

JAPIO

(c) 2007 JPO & JAPIO. All rights reserved.

04010690 \*\*Image available\*\*

**MUSICAL SOUND MODULATION DEVICE AND ELECTRONIC MUSICAL  
INSTRUMENT USING THE SAME**

**Pub. No.:** 05-002390 [JP 5002390 A ]

**Published:** January 08, 1993 (19930108)

**Inventor:** IWAOOJI MAKOTO

NAKAE TETSUKAZU

**Applicant:** CASIO COMPUT CO LTD [350750] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application No.:** 03-154922 [JP 91154922]

**Filed:** June 26, 1991 (19910626)

**International Class:** [ 5 ] G10H-001/00

**JAPIO Class:** 42.5 (ELECTRONICS -- Equipment)

**JAPIO Keyword:** R131 (INFORMATION PROCESSING -- Microcomputers & Microprocessors)

**Journal:** Section: P, Section No. 1541, Vol. 17, No. 262, Pg. 33, May 24, 1993 (19930524)

**ABSTRACT**

**PURPOSE:** To obtain sufficient modulation effect even when respective envelopes of a musical sound signal and a voice signal are greatly different by varying characteristics of a musical sound in a more complex and diversified manner as to the musical sound modulation device which modulates the musical sound signal with the voice signal.

**CONSTITUTION:** The musical sound signal 11 and voice signal 15 are divided into musical sound signals and voice signals in plural frequency bands by a BPF group 16' and a BPF 17. An envelope extraction circuit 18 extracts respective envelope signals from the respective voice signals. A BPF switching circuit 72 selects one of plural BPF outputs of the BPF group 16'. Respective musical sound signal having the selected effective signal component is modulated by a VCA 20 with the respective envelope signals. Similar operation is realized by switching the filter coefficient of the BPF composed of a digital filter and the frequency bands of the musical sound signals and voice signals can be made to correspond to each other in optional combination.

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The 1st frequency band division means which divides a musical-sound signal into each musical-sound signal band-limited in the frequency band where the plurality corresponding to the frequency characteristics of this musical-sound signal differs, The 2nd frequency band division means which divides a sound signal into each sound signal band-limited in the frequency band where predetermined plurality differs, this -- with an envelope extract means to extract each envelope signal from each sound signal from the 2nd frequency band division means The allocation means which said each musical-sound signal from the 1st frequency band division means and each envelope signal from said envelope extract means are made to correspond, respectively, and assigns them, The armature-voltage control adjustable means to which it carries out adjustable [ of the property of each musical-sound signal from said 1st frequency band division means ] on the electrical potential difference corresponding to the level of each envelope signal to which it was assigned with said allocation means, The musical-sound modulator characterized by having a accumulation means to accumulate each output from this armature-voltage control adjustable means, and to output as an output musical-sound signal.

[Claim 2] The 1st digital-filtering means which divides a digital musical-sound signal into each digital musical-sound signal band-limited in the frequency band where the plurality corresponding to the frequency characteristics of this digital musical-sound signal differs, The 2nd digital-filtering means which divides a digital sound signal into each digital sound signal band-limited in the frequency band where predetermined plurality differs, this -- with an envelope extract means to extract each digital envelope signal from each digital musical-sound signal from the 2nd digital-filtering means The allocation means which said each digital musical-sound signal from the 1st digital-filtering means and each digital envelope signal from said envelope extract means are made to correspond, respectively, and assigns them, A modulation means to modulate the property of each digital musical-sound signal from said 1st digital-filtering means by each digital envelope signal to which it was assigned with said allocation means, The musical-sound modulator characterized by having a accumulation means to accumulate each output from this modulation means, and to output as a digitized output musical-sound signal.

[Claim 3] The allocation condition in said allocation means is a musical-sound modulator given in claim 1 characterized by things or any 1 term of 2 which can be changed from the exterior.

[Claim 4] Said 1st digital-filtering means The group of the filter factor corresponding to a multiplier storage means to memorize two or more sets of filter coefficients, and the property of a digital musical-sound signal is read from said multiplier storage means. A filter operation means to perform the operation which divides said digital musical-sound signal into each digital musical-sound signal band-limited in the frequency band where the plurality which becomes settled in this filter coefficient differs using the group of this filter coefficient, \*\*\*\*\* -- a musical-sound modulator given in claim 2 characterized by things, or any 1 term of 3.

[Claim 5] Said 1st and 2nd digital-filtering means are musical-sound modulators given in claim 2 characterized by what bandpass filtering processing is performed for, respectively thru/or any 1 term of

4.

[Claim 6] Said 1st and 2nd digital-filtering means are musical-sound modulators according to claim 5 characterized by what highpass filtering processing and low-pass filtering processing in which the resonance characteristic which has a peak with the center frequency of each of said frequency band was added are performed for as time-sharing processing one by one, respectively.

[Claim 7] Said envelope extract means is a musical-sound modulator given in claim 2 characterized by what low-pass filtering processing in which only the frequency component near the direct current is passed is performed for thru/or any 1 term of 6.

[Claim 8] Said modulation means is a musical-sound modulator given in claim 2 characterized by what processing which carries out the multiplication of each digital envelope signal assigned to each digital musical-sound signal with said allocation means from said 1st digital-filtering means is performed for thru/or any 1 term of 7.

[Claim 9] Said each processing in said 1st digital-filtering means, said 2nd digital-filtering means, said envelope extract means, said modulation means, and said accumulation means is a musical-sound modulator given in claim 2 characterized by what is performed as time-sharing processing thru/or any 1 term of 8.

[Claim 10] Electrohone which changes from a musical-sound signal generation means to supply said musical-sound signal to a musical-sound modulator and this musical-sound modulator given in claim 1 thru/or any 1 term of 9.

[Claim 11] Electrohone with which it is the electrohone which has a musical-sound modulator according to claim 1 and a musical-sound generating means to generate the musical-sound signal of two or more tones, and said 1st frequency band division means is characterized by what the frequency band where the plurality which divides said musical-sound signal corresponding to the tone of the musical-sound signal under current pronunciation differs is determined for.

[Claim 12] Electrohone with which it is the electrohone which has the musical-sound modulator of a publication, and a musical-sound generating means to generate the musical-sound signal of two or more tones, in claim 2 thru/or any 1 term of 9, and said 1st digital-filtering means is characterized by what the frequency band where the plurality which divides said digital musical-sound signal corresponding to the tone of the digital musical-sound signal under current pronunciation differs is determined for.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**TECHNICAL FIELD**

[Industrial Application] This invention relates to the musical-sound modulator with which the musical sound generated can add the effectiveness of changing corresponding to voice by modulating with voice the musical sound generated from musical-sound generators, such as electrohone.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

PRIOR ART

[Description of the Prior Art] The electrohone with which a player can make his performance volition reflect in musical sound more simply and effectively is called for with the spread of electrohones.

[0003] As one gestalt of such electrohone, there is the so-called vocoder which can apply a modulation to a musical-sound signal with the sound signal acquired by utterance of a player etc. Drawing 28 is the block diagram of the conventional example of the electrohone which has the above functions for which the applicant for this patent applied (Japanese Patent Application No. No. 243676 [ one to ]).

[0004] In this drawing, the function SW (switch) 1 contains the keyboard and the tone transfer switch, and if a player flips a keyboard, performance information, such as ON/OFF of the keyboard, and a velocity, will be incorporated by CPU3 as a function SW signal 2. Based on the performance information, CPU3 reads the musical-sound data point 5 and the envelope data 6 from a tone ROM 4, and generates the control signal 7 for controlling a sound source 8. It is changed into the analog musical-sound signal 11 in D/A converter 10, and the digital musical-sound signal 9 emitted from a sound source 8 based on this is 12t (t = 1, 2, ..., N) of two or more modulation circuits according to band. It inputs.

[0005] On the other hand, if a player utters toward a microphone 13, it will be amplified with the microphone amplifier 14 and will input into 12t (t = 1, 2, ..., N) of two or more modulation circuits according to band as a sound signal 15.

[0006] 12t (t = 1, 2, ..., N) of modulation circuits according to band Each divides the analog musical-sound signal 11 and a sound signal 15 into each band of two or more frequency bands with band-pass filters (BPF) 16 and 17.

[0007] In this case, BPF 16 and 17 of the modulation circuit according to [ of one ] band functions the analog musical-sound signal 11 and a sound signal 15 as passing only each component of the same frequency band.

[0008] 12t (t = 1, 2, ..., N) of furthermore, each modulation circuit according to band It sets, and the envelope extract circuit 18 extracts an amplitude envelopment (envelope) component from the band-limited sound signal which is outputted from BPF17, and outputs it as an envelope signal 19. And the armature-voltage control amplifier 20 (VCA) applies amplitude modulation to the band-limited analog musical-sound signal which is outputted from BPF16 based on the above-mentioned envelope signal 19.

[0009] 12t (t = 1, 2, ..., N) of thus, each modulation circuit according to band The analog musical-sound signal by which set and amplitude modulation was carried out for every frequency band component is accumulated by the mixer 21, and as an output musical-sound signal 22 of a perimeter wave number band, after being amplified with amplifier 23, sound emission of it is carried out from a loudspeaker 24.

[0010] The spectrum of human being's voice divides into two or more bands, and is analyzed by the above conventional examples of a configuration in them, and it becomes possible by applying amplitude modulation to a musical-sound signal in VCA20 to add the nuance of human being's voice to the harmonic-overtone component of a musical instrument sound based on the envelope signal for every band taken out from there.

[0011] That is, a player can make the musical sound which has the pitch (pitch) given by the

performance handler modulate and utter by the nuance of the voice uttered itself by uttering voice, operating a performance handler.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**EFFECT OF THE INVENTION**

[Effect of the Invention] According to this invention, the musical-sound signal of the musical instrument played For example, when becoming irregular with sound signals, such as a song, When a musical-sound signal is divided into the musical-sound signal band-limited in the frequency band where plurality differs, by controlling the location on the frequency shaft of each frequency band by the frequency characteristics of musical sound It becomes possible to modulate each musical-sound signal which has an effective signal component based on each sound signal, and it becomes possible to use the effectiveness as a vocoder effectively. Consequently, with people's voice, it becomes possible to modulate the musical instrument sound which has the compass which cannot usually be uttered, for example, a piano and a flute, a synthesizer base sound, etc. with a sound signal.

[0139] Moreover, when a user etc. combines each musical-sound signal and each envelope signal (each sound signal) in an allocation means with arbitration, it becomes possible to become possible to modulate the musical-sound signal of each band with the sound signal of the band of arbitration, and to change the property of the musical sound pronounced more intricately colorfully.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

**TECHNICAL PROBLEM**

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in BPF of the conventional vocoder, as shown, for example in drawing 29 , amplitude modulation of each of the musical-sound signal divided into ten bands is carried out by the sound signal of the same band as the band of each musical-sound signal. [0013] Therefore, as shown in drawing 30 , when the locations on the frequency shaft of the spectrum envelope which becomes settled by each harmonic-overtone component of the musical-sound signal inputted into the modulation circuit according to band and a sound signal differ greatly, it has the trouble that the effectiveness of vocoder original will not be demonstrated but the sound volume of the musical sound outputted will also become small. [0014] In addition, the conventional vocoder was not able to expect the more variegated tone change beyond it, although it was possible to have modeled the tone of a musical instrument on people's voice. The technical problem of this invention changes the property of musical sound more intricately colorfully, and even when each spectrum envelopes of a musical-sound signal and a sound signal differ greatly, it it not only models musical sound on voice, but is to realize voice-control electrophone with which the effectiveness is not thinned.

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**MEANS**

[Means for Solving the Problem] This invention has the 1st digital-filtering means which divides a digital musical-sound signal into each digital musical-sound signal band-limited in the frequency band where the plurality corresponding to the frequency characteristics of the digital musical-sound signal differs first. This means reads the group of the filter coefficient corresponding to a multiplier storage means memorize two or more sets of filter coefficients, and the property of a digital musical-sound signal from a multiplier storage means, and consists of filter operation means perform the operation which divides a digital musical-sound signal into each digital musical-sound signal band-limited in the frequency band where the plurality which becomes settled in the above-mentioned filter coefficient differs, using the group of the filter coefficient. And the 1st digital-filtering means performs bandpass filtering processing which consists of for example, highpass filtering processing and low-pass filtering processing.

[0016] It has the 2nd digital-filtering means which divides a digital sound signal into each digital sound signal band-limited in the frequency band where predetermined plurality differs next. The bandpass filtering processing as the 1st digital-filtering means that this means is also the same is performed.

[0017] Moreover, it has an envelope extract means to extract each digital envelope signal from each digital musical-sound signal from the 2nd digital-filtering means. This means performs low-pass filtering processing in which only the frequency component for example, near the direct current is passed.

[0018] It continues and has the allocation means which each digital musical-sound signal from the 1st digital-filtering means and each digital envelope signal from an envelope extract means are made to correspond, respectively, and assigns them. This means is a means which assigns the digital envelope signal corresponding to the frequency band where the center frequency on the 2nd digital-filtering means is young to order fixed from the digital musical-sound signal corresponding to the frequency band where the center frequency on the 1st digital-filtering means is young. Or it is good also as modification to arbitration being possible for a user etc. in the allocation condition in an allocation means.

[0019] Furthermore, it has a modulation means to modulate the property of each digital musical-sound signal from the 1st digital-filtering means by each digital envelope signal to which it was assigned with the allocation means. This means performs processing which carries out the multiplication of each digital envelope signal assigned to each digital musical-sound signal with the allocation means from the 1st digital-filtering means.

[0020] And it has a accumulation means to accumulate each output from a modulation means and to output as a digitized output musical-sound signal. In the above configuration, processing of each means can be constituted so that it may perform as time-sharing processing.

[0021] In addition, the above configuration may be constituted by the analog circuit. And the musical-sound modulator which has the above configurations may be constituted as an independent module, and may consist of forms built in electrohone. When built, the frequency band where the plurality into which the 1st digital-filtering means divides a digital musical-sound signal differs is determined corresponding

to the tone of the digital musical-sound signal under current pronunciation,

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**OPERATION**

[Function] A musical-sound signal and a sound signal have a frequency envelope property different, respectively. So, a musical-sound signal and a sound signal are divided into each musical-sound signal and each sound signal which were band-limited in the frequency band where plurality differs, respectively in this invention. And each musical-sound signal is modulated by each envelope signal acquired from each sound signal. Consequently, pronunciation of musical sound which has nuance, such as a player's voice or singing voice, is realized.

[0023] Here, when a musical-sound signal is divided into the musical-sound signal band-limited in the frequency band where plurality differs, the location on the frequency shaft of each frequency band is controlled by the frequency characteristics of musical sound. For example, in the case of the musical sound which has a tone like a flute, each above-mentioned frequency band is arranged on a frequency shaft at a loud-sound twist. Moreover, in the case of the musical sound which has a tone like a trombone, each above-mentioned frequency band is arranged in inside compass on a frequency shaft. Furthermore, in the case of the musical sound which has a tone like the synthesizer base, each above-mentioned frequency band is arranged on a frequency shaft at a bass twist.

[0024] Consequently, each musical-sound signal which has an effective signal component can be modulated based on each sound signal, and the effectiveness as a vocoder can be used effectively. Furthermore by this invention, the property of the musical sound pronounced can be changed more intricately colorfully by being constituted so that a user etc. can set the correspondence relation of the each musical-sound signal and each envelope signal (each sound signal) in an allocation means as arbitration.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

EXAMPLE

---

[Example] Hereafter, it explains per example of this invention, referring to a drawing.

The 1st example <configuration> drawing 1 is the block diagram showing the 1st whole example configuration by this invention.

[0026] In this drawing, the function SW (switch) 1 contains the keyboard and the tone transfer switch, and if a player flips a keyboard, performance information, such as ON/OFF of the keyboard, and a velocity, will be incorporated by CPU3 as a function SW signal 2. Based on the performance information, CPU3 reads the musical-sound data point 5 and the envelope data 6 from a tone ROM 4, and generates the control signal 7 for controlling a sound source 8. The digital musical-sound signal 9 emitted from a sound source 8 based on this is changed into the analog musical-sound signal 11 in D/A converter 10.

[0027] 12t (t= 1, 2, ..., N) of then, two or more modulation circuits according to band It is inputted into BPF group 16' which has the band pass filter (it is henceforth called BPF for short) of three kinds of different properties, BPF (A), BPF (B), and BPF (C) in each.

[0028] Either of each musical-sound signal outputted from three kinds of this BPF (it mentions later) is 12t (t= 1, 2, ..., N) of modulation circuits according to band. In each, it is alternatively outputted by the BPF switch circuit 72 which operates based on the BPF switch signal from CPU3. In addition, especially this BPF switch signal is outputted from CPU3 corresponding to a player operating the tone transfer switch which is not illustrated in a function switch 1.

[0029] Below, each frequency band of the three above-mentioned kinds of band pass filters BPF (A), BPF (B), and BPF (C) is shown in drawing 2. In this drawing, BPF (A) corresponding to a flute mold tone is BPF corresponding to the musical-sound signal which has a frequency component with comparatively strong level in a loud-sound region like a flute, and BPF (B) corresponding to the following trombone mold tone is BPF corresponding to the musical-sound signal which has a frequency component with comparatively strong level in inside compass like a trombone. Moreover, BPF (C) corresponding to a synthesizer base mold tone is BPF corresponding to the musical-sound signal which has a frequency component with comparatively strong level in a bass region like the synthesizer base. Here, the band number of 1-10 is 12t of modulation circuits according to band of drawing 1, respectively. Each is supported. That is, in the case of drawing 2, in drawing 1, it is N= 10 and the value of t takes the values from 1 to 10. Therefore, if the digital musical-sound signal 9 of drawing 1 has the tone of for example, a flute mold 12t of each modulation circuit according to band Set and the output of BPF (A) is chosen by the BPF switch circuit 72 which operates based on the BPF switch signal from CPU3. 12t of each modulation circuit according to band The musical-sound signal with which the band limit (shown in each range of the column of BPF (A) of drawing 2) of a corresponding band number was made is chosen.

[0030] On the other hand, if a player utters toward a microphone 13, the sound signal 15 acquired through the microphone amplifier 14 is 12t (t = 1, 2, ..., N) of above-mentioned modulation circuits according to band. It is inputted and is 12t of each modulation circuit according to band. The band limit corresponding to each band number of BPF17 of drawing 2 is made by BPF17.

[0031] As both the musical-sound signal outputted from the band pass filter BPF (A) switched by the BPF transfer switch 20 as mentioned above, BPF (B), and BPF (C) and the sound signal outputted from BPF17 are shown in drawing 2, it is together put for every same band number of ten pieces, respectively, and amplitude modulation actuation described below is performed.

[0032] 12t (t = 1, 2, ..., N) of namely, each modulation circuit according to band Setting, from the sound signal band-limited by BPF17, the envelope extract circuit 18 extracts an amplitude envelopment (envelope) component, and outputs it as an envelope signal 19.

[0033] And the musical-sound signal band-limited by BPF of either of BPF group 16' as mentioned above is inputted into VCA (Voltage Controlled Amplifier) 20 through the BPF switch circuit 72. In VCA20, amplitude modulation of this musical-sound signal is carried out after it based on the above-mentioned envelope signal 19 by the sound signal of the band of the same band number as the musical-sound signal.

[0034] For example, when BPF (A) corresponding to a flute mold tone is chosen in the BPF switch circuit 72, as it is shown in drawing 2, it is 300-450Hz of the band number 1. The musical-sound signal component of a band is 130-200Hz of bands of the sound signal of the same band number 1. Amplitude modulation is carried out by the sound signal component.

[0035] 12t (t = 1, 2, ..., N) of thus, each modulation circuit according to band The analog musical-sound signal which set, and amplitude modulation was carried out for every frequency band, and was outputted from VCA20 is accumulated by the mixer 21, and as an output musical-sound signal 22 of a perimeter wave number band, after being amplified with amplifier 23, sound emission of it is carried out from a loudspeaker 24.

[0036] In the 1st example, the musical-sound signal divided into two or more frequency bands becomes possible [ that amplitude modulation is carried out by the sound signal divided into the divided frequency band and a different frequency band ] as mentioned above.

In the 1st example explained beyond the 2nd example, except [ all ] CPU3, tone ROM 4, and sound-source 8, although constituted in the analog circuit, the 2nd example by this invention which constituted except [ all ] the pronunciation circuit in the digital circuit is explained below.

<Configuration> drawing 3 is the block diagram showing the configuration of the 2nd whole example which applied this invention to the keyboard instrument.

[0037] In this drawing, if a player performs keyboard operation or performs switch actuation of a tone setup, various kinds of effectiveness setup, etc. by the function switch 34 by the keyboard 33, those performance information will be sent to CPU (central arithmetic sequence unit) 25 through a bus 41.

[0038] CPU25 performs the program memorized by ROM (Read Only Memory) 26, and processes performance information by using RAM (Random Access Memory) 27 as work-piece memory. Thus, the processed performance information, for example, note-on / OFF, a velocity, tone setting data, etc. are sent to the musical-sound generating circuit 31 through a bus 41. This circuit 31 generates musical sound according to the above-mentioned performance information. In addition, as a musical-sound generating method of the musical-sound generating circuit 31, an PCM system, a modulation technique, a harmonic-overtone addition method, etc. are used, for example.

[0039] Digital musical-sound signal x generated next in the musical-sound generating circuit 31 (it is only henceforth called a musical-sound signal) (n) It is inputted into DSP28 through the bus 42 only for musical-sound signals.

[0040] On the other hand, when a player sings a song toward a microphone 35, the analog sound signal acquired through the microphone amplifier 36 is inputted into A/D converter 38 through a low pass filter 37, and it is digital sound signal (it is only henceforth called sound signal) p (n). It is changed and is inputted into DSP28. in addition, an analog sound signal -- from a microphone -- not but, Rhine input terminal LINE IN from -- you may make it inputted

[0041] DSP28 is the musical-sound signal x (n) inputted from the musical-sound generating circuit 31. And sound signal p inputted from A/D converter 38 (n) Amplitude modulation processing mentioned later is performed using the work piece RAM 30 which memorizes the data for filter coefficient ROM29 which was based and memorized the various multipliers for the digital filter operation mentioned later,

or a digital filter operation.

[0042] Digitized output musical-sound signal  $z(n)$  obtained by amplitude modulation processing by DSP28 is sent to D/A converter 32 through the bus 43 of dedication, and is changed into an analog output musical-sound signal here, and sound emission is carried out from a loudspeaker 40 through amplifier 39.

[0043] Below, the configuration and function of DSP are explained.

<Configuration of DSP> drawing 4 is a whole DSP28 block diagram.

[0044] In this drawing, first, an interface 281 holds the bus 41 connected to CPU25, the bus 42 connected to the musical-sound generating circuit 31, the bus connected to A/D conversion 38, and the bus 43 connected to D/A converter 32, and connects each bus and the circuit inside DSP.

[0045] Operation ROM 282 is ROM which stored the micro program which specifies actuation of the DSP28 whole, and the program instruction which corresponds based on the appointed address from an address counter 283 is read. CPU25 of drawing 3 directs whether to read what kind of program from operation ROM 282, and to perform the below-mentioned modulation processing to an address counter 283 by setting data to an address counter 283.

[0046] The output of operation ROM 282 is also given to a decoder 284, outputs various kinds of control signals to each circuit in DSP28, and operates a request. on the other hand, filter factor ROM29 and the work piece RAM 30 of drawing 3 connect with the internal bus of DSP28 -- having -- the program instruction of operation ROM 282 -- following -- a filter factor and musical-sound signal  $x(n)$  Sound signal  $p(n)$  etc. -- it is supplied to DSP28, or is outputted and inputted by the work piece RAM 30.

[0047]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the 1st whole example block diagram by this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the example of a frequency band of BPF of a musical-sound signal and a sound signal.

[Drawing 3] It is the 2nd whole example block diagram by this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram of DSP.

[Drawing 5] It is the functional block diagram of DSP.

[Drawing 6] It is the filter block diagram of the BPF section and the envelope extract section.

[Drawing 7] It is the block diagram of a high-pass filter  $H_1(z)$ .

[Drawing 8] It is the property Fig. of a high-pass filter  $H_1(z)$ .

[Drawing 9] Low pass filter  $H_2t(z)$  It is a block diagram.

[Drawing 10] Low pass filter  $H_2t(z)$  It is the related Fig. of a pole, a zero point and a pole vector, and a zero vector.

[Drawing 11] Low pass filter  $H_2t(z)$  It is an amplitude characteristic Fig. It is.

[Drawing 12] Low pass filter  $H_2t(z)$  It is a property Fig. It is.

[Drawing 13] Band pass filter  $H_1(z)$  and  $H_2t(z)$  It is a property Fig. It is.

[Drawing 14] It is the block diagram of a low pass filter  $H_E(z)$ .

[Drawing 15] It is the property Fig. of a low pass filter  $H_E(z)$ .

[Drawing 16] It is the related Fig. of  $Q_j(n)$  and  $R_j(n)$ .

[Drawing 17] It is an operation flow chart about CPU in the 2nd example.

[Drawing 18] It is a flow chart about the AD translation termination interrupt in the 2nd example.

[Drawing 19] It is an operation flow chart (the 1) about the DSP vocoder processing in the 2nd example.

[Drawing 20] It is an operation flow chart (the 2) about the DSP vocoder processing in the 2nd example.

[Drawing 21] It is the correspondence Fig. of each filtering of the musical-sound signal in the 3rd example, and a sound signal.

[Drawing 22] It is an operation flow chart (the 1) about CPU in the 3rd example.

[Drawing 23] It is an operation flow chart (the 2) about CPU in the 3rd example.

[Drawing 24] It is a flow chart about the A/D-conversion completion interrupt in the 3rd example.

[Drawing 25] It is drawing showing one example of the contents of storage of the voice grade tbe-data storage region of a work piece RAM.

[Drawing 26] It is an operation flow chart (the 1) about the DSP vocoder processing in the 3rd example.

[Drawing 27] It is an operation flow chart (the 2) about the DSP vocoder processing in the 3rd example.

[Drawing 28] It is the whole conventional example block diagram.

[Drawing 29] It is drawing showing one example of the frequency band of BPF.

[Drawing 30] It is drawing showing each spectrum envelope of a synthesizer base sound and a voice.

[Description of Notations]

1 Function Switch  
2 Function SW Signal  
3 CPU  
4 Tone ROM  
5 Musical-Sound Data Point  
6 Envelope Data  
7 Control Signal  
8 Sound Source  
9 Digital Musical-Sound Signal  
10 D/A Converter  
11 Analog Musical-Sound Signal  
12t Modulation circuit according to band  
13 Microphone  
14 Microphone Amplifier  
15 Sound Signal  
16 17 BPF  
16'BPF group  
18 Envelope Extract Circuit  
19 Envelope Signal  
20 VCA  
21 Mixer  
22 Output Musical-Sound Signal  
23 Amplifier  
24 Loudspeaker  
25 CPU  
26 ROM  
27 RAM  
28 DSP  
29 Filter Factor ROM  
30 Work Piece RAM  
31 Musical-Sound Generating Circuit  
32 D/A Converter  
33 Keyboard  
34 Function Switch  
35 Microphone Amplifier  
36 Amplifier  
37 Low Pass Filter  
38 A/D Converter  
39 Amplifier  
40 Loudspeaker  
41, 42, 43 Bus  
44t The modulation section classified by band  
45 46 The BPF section  
47 Envelope Extract Section  
48 Multiplication Section  
49 Accumulation Section  
50, 51, 57, 58, 65, 66 Delay element  
52, 53, 54, 59, 60, 61, 67, 68, 69 Multiplier  
55, 56, 62, 63, 70, 71 Adder  
64 Absolute-value Circuit  
72 BPF Switch Circuit



## \* NOTICES \*

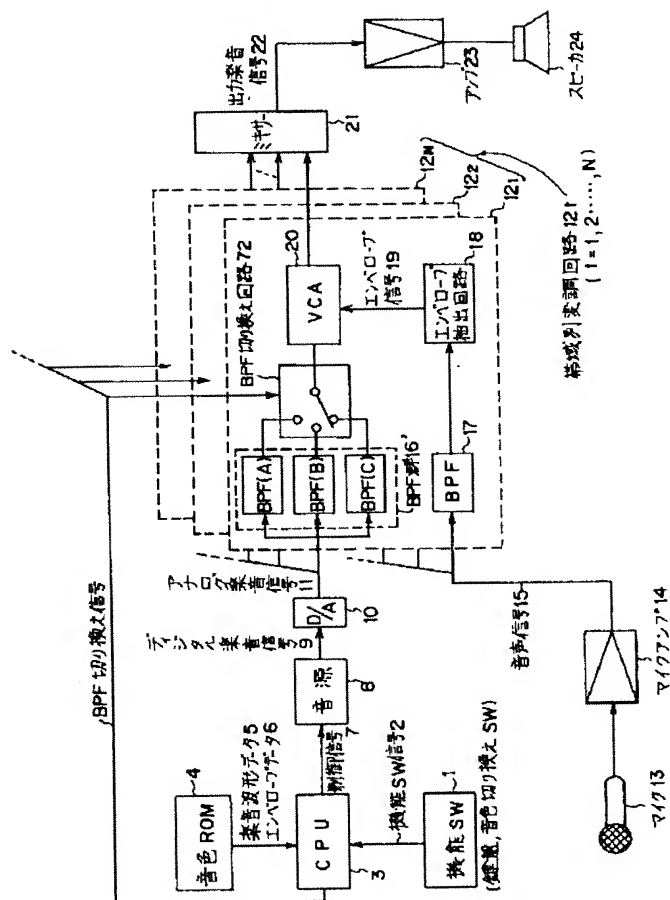
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

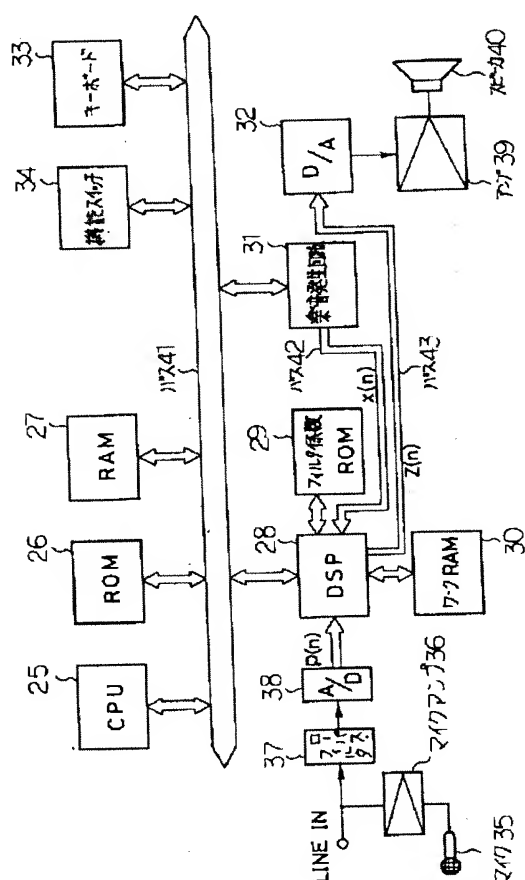
## DRAWINGS

## [Drawing 1]

本発明による第1の実施例の全体構成図



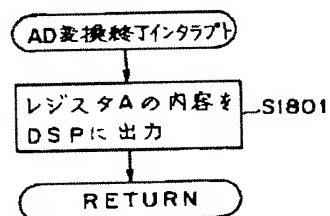
## [Drawing 3]



本発明による第2の実施例の全体構成図

[Drawing 18]

第2の実施例におけるAD変換終了インタラプトに関するフローチャート



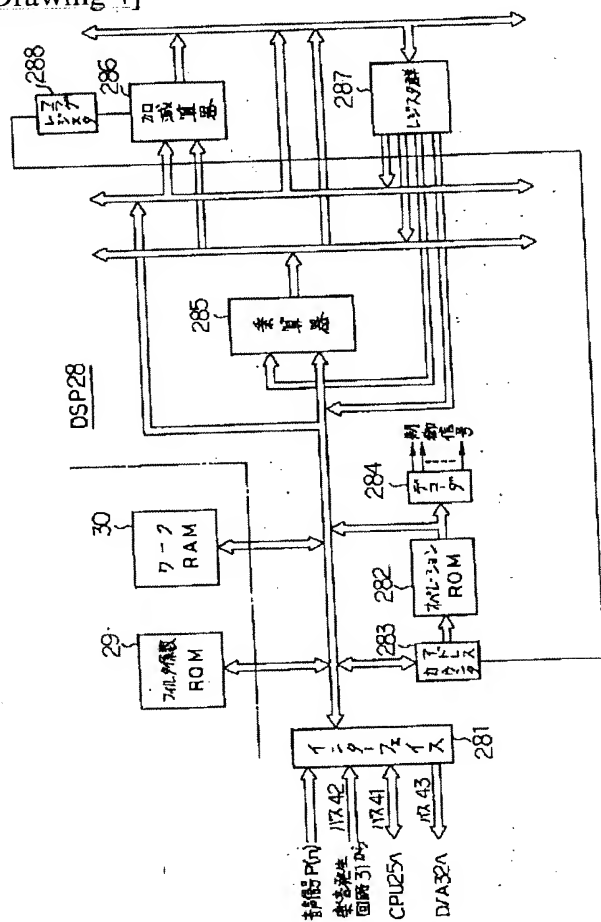
[Drawing 2]

(単位: Hz)

帯域番号	音声信号に対応する帯域	781型音色に対応 BPF (A) の帯域	786型音色に対応 BPF (B) の帯域	786型音色に対応 BPF (C) の帯域
1	130~200	300~450	130~200	50~70
2	200~300	450~650	200~300	70~130
3	300~450	650~1000	300~450	130~200
4	450~650	1000~1300	450~650	200~300
5	650~1000	1300~2000	650~1000	300~450
6	1000~1300	2000~3000	1000~1300	450~650
7	1300~2000	3000~4500	1300~2000	650~1000
8	2000~3000	4500~6000	2000~3000	1000~1300
9	3000~4500	6000~8000	3000~4500	1300~2000
10	4500~7000	8000~10000	4500~7000	2000~3000

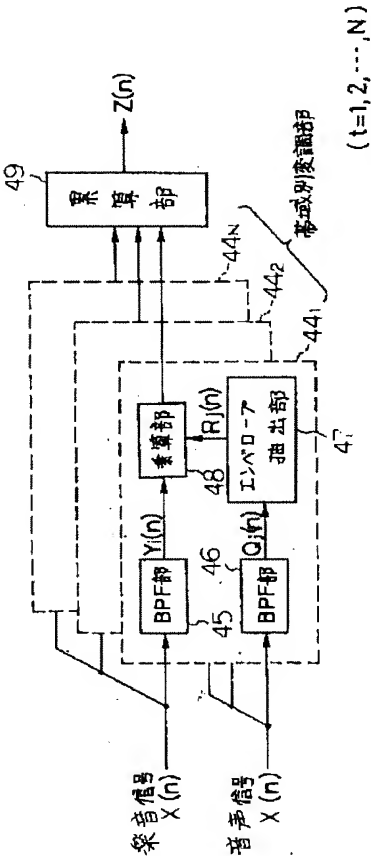
実音信号と音声信号の BPF の周波数帯域例を示す図

[Drawing 4]

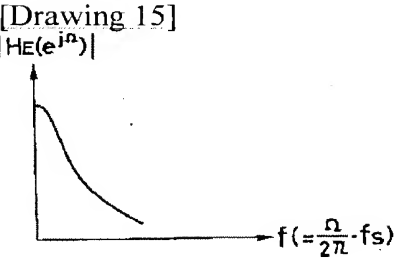


DSPの全体構成図

[Drawing 5]

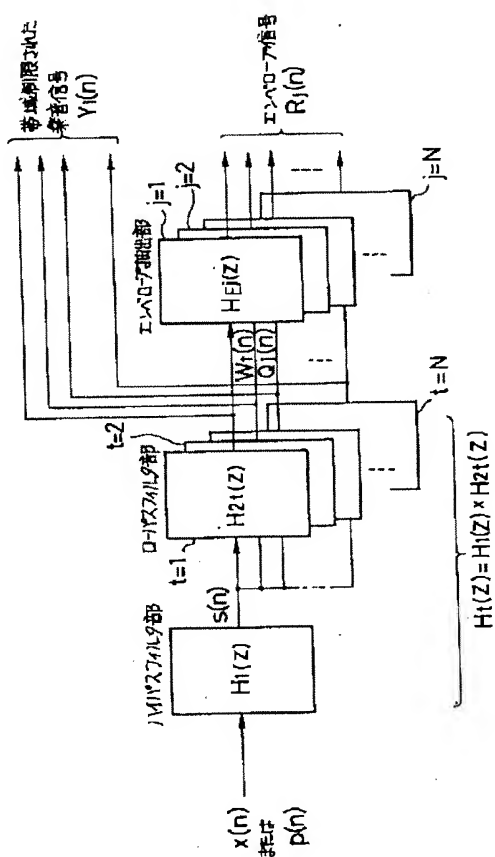


DSP の機能ブロック図



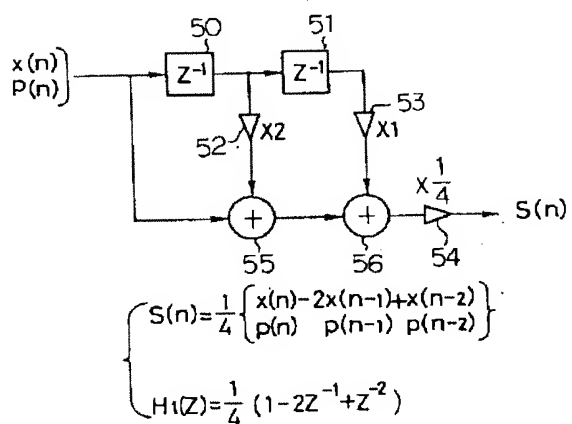
ロ-パスフィルタ  $H_E(Z)$  の特性図

[Drawing 6]

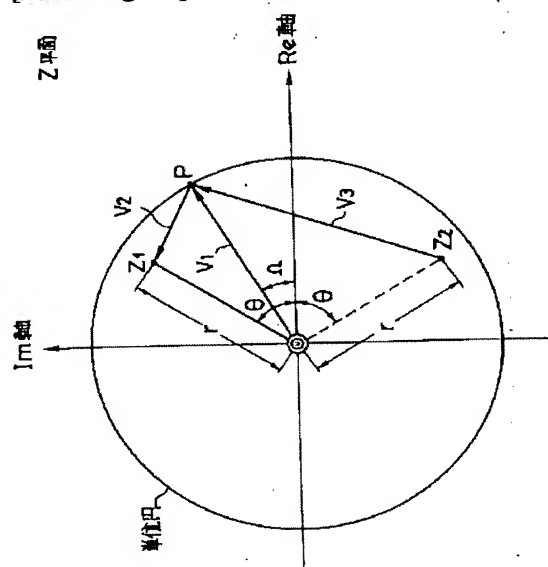


ＢＰＦ部とエンベロープ抽出部のフィルタ構成図

[Drawing 7]

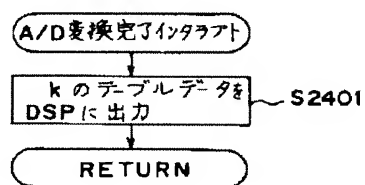
ハイパスフィルタ $H_1(Z)$ の構成図

[Drawing 10]

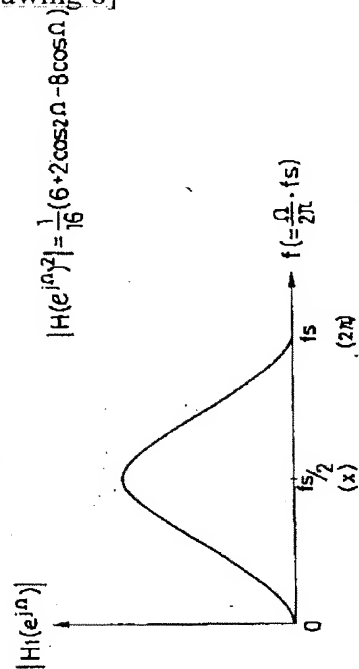
ローパスフィルタ $H_2(Z)$ の極と零点、および極ベクトルと零ベクトルの関係図

[Drawing 24]

第3の実施例におけるA/D変換完了  
インタラプトに関するフローチャート

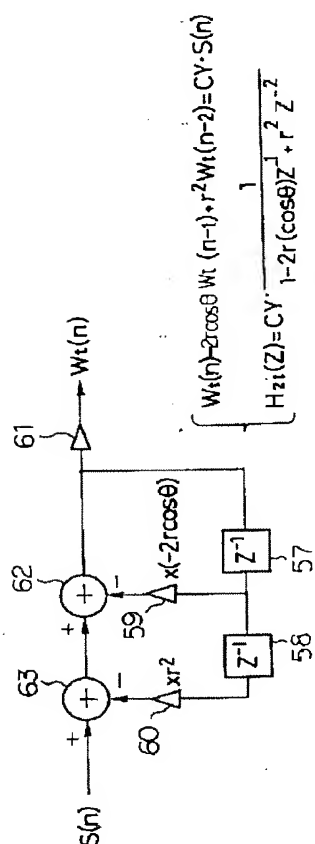


[Drawing 8]

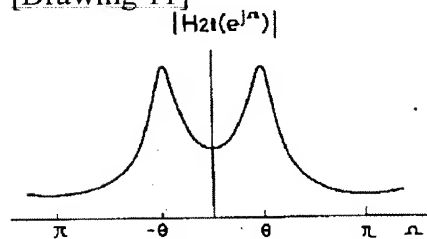


ハイパスフィルタ $H_1(Z)$ の特性図

[Drawing 9]

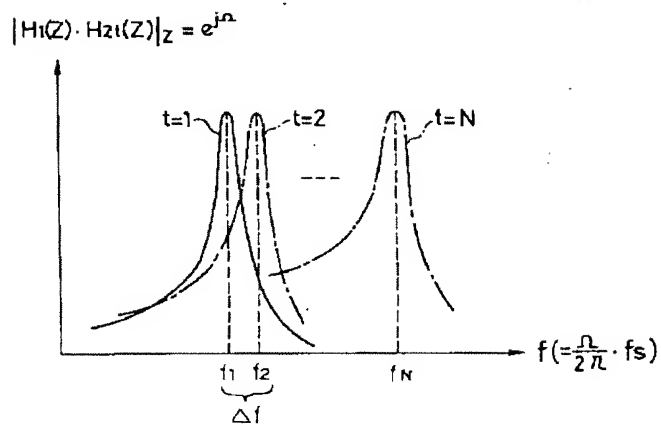
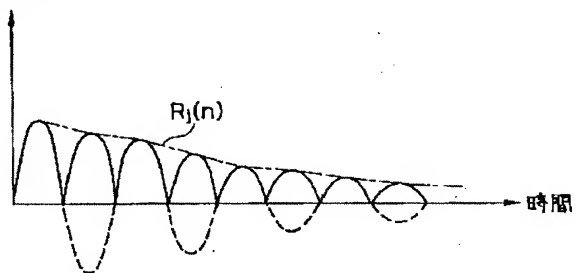
□-低パスフィルタ $H_{2t}(Z)$ の構成図

[Drawing 11]

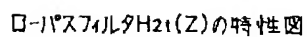
□-低パスフィルタ $H_{2t}(Z)$ の振幅特性図

[Drawing 13]



バンドパスフィルタ  $H_1(Z) \cdot H_2(Z)$  の特性図[Drawing 16]  
 $|Q_j(n)|$  $|Q_j(n)|$  と  $R_j(n)$  の関係図

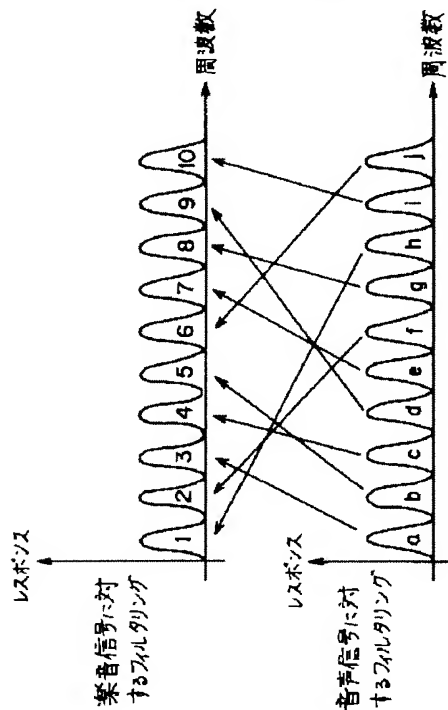
[Drawing 12]



$$\left\{ \begin{array}{l} R_j(n) - 1.8R_j(n-1) + 0.81R_j(n-2) = CE | G_j(n) | \\ HEI(Z) = CE \cdot \frac{1}{1 - 1.8Z^{-1} + 0.81Z^{-2}} \end{array} \right.$$

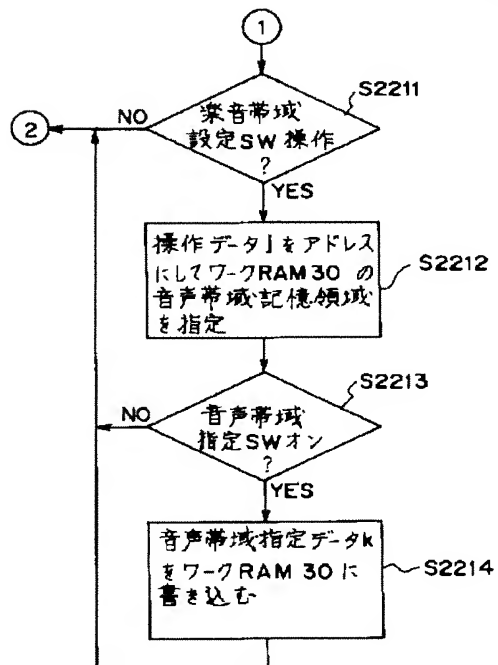
[Drawing 21]

第3の実施例における楽音信号と音声信号の  
それぞれのフィルタリングの対応図



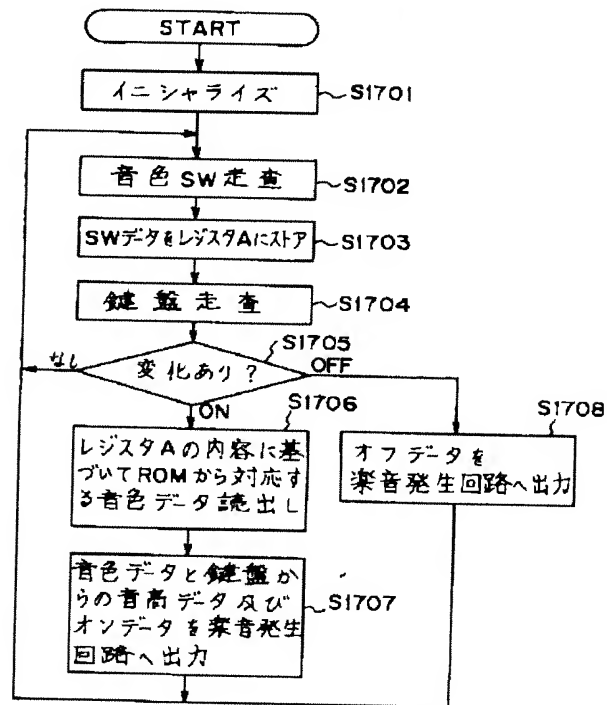
[Drawing 23]

第3の実施例におけるCPUに関する動作フローチャート  
(その2)



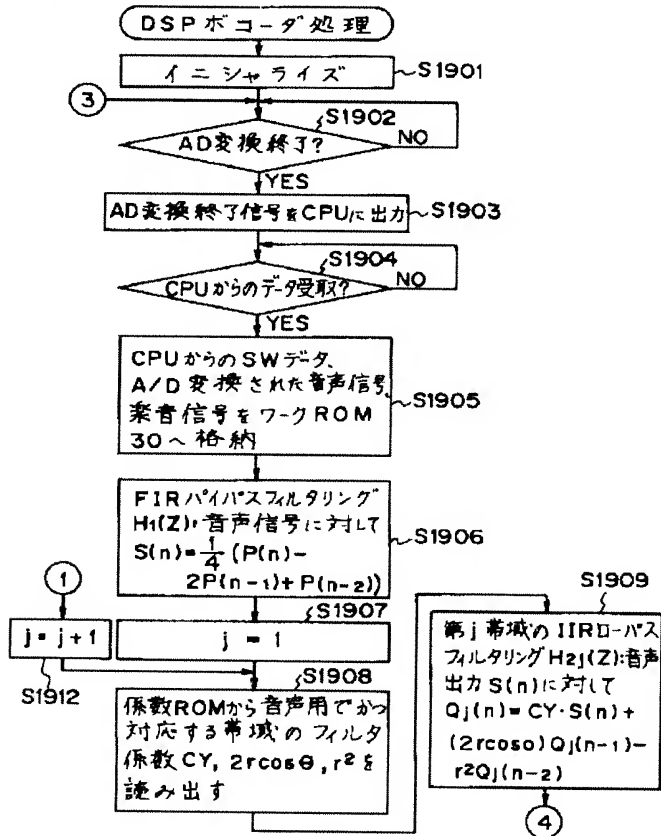
[Drawing 17]

## 第2の実施例におけるCPUに関する動作フローチャート



[Drawing 19]

第2の実施例におけるDSPボコーダ処理に関する  
動作フローチャート (その1)



[Drawing 25]

ワークRAMの音声帯域指定データ記憶領域の  
記憶内容の1例を示す図

j	k
1	h
2	f
3	a
4	c
5	b
⋮	⋮
⋮	⋮

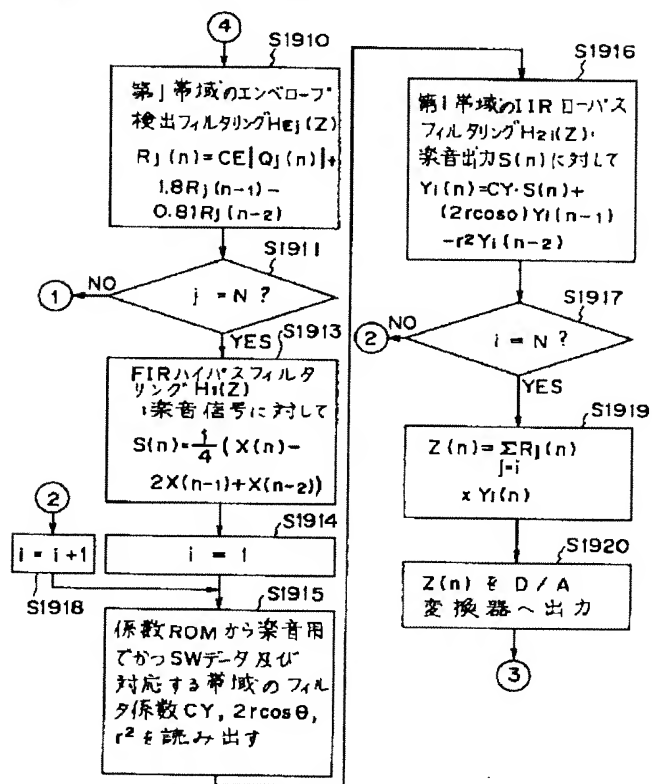
[Drawing 29]

BPFの周波数帯域の一例を示す図

BPFの帯域 (Hz)

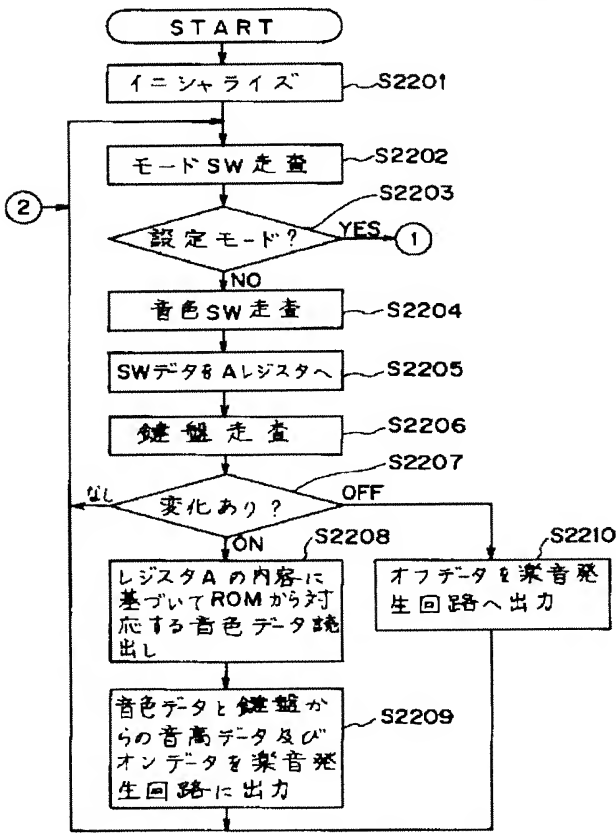
- ① 130 ~ 200
- ② 200 ~ 300
- ③ 300 ~ 450
- ④ 450 ~ 650
- ⑤ 650 ~ 1000
- ⑥ 1000 ~ 1300
- ⑦ 1300 ~ 2000
- ⑧ 2000 ~ 3000
- ⑨ 3000 ~ 4500
- ⑩ 4500 ~ 7000

[Drawing 20]

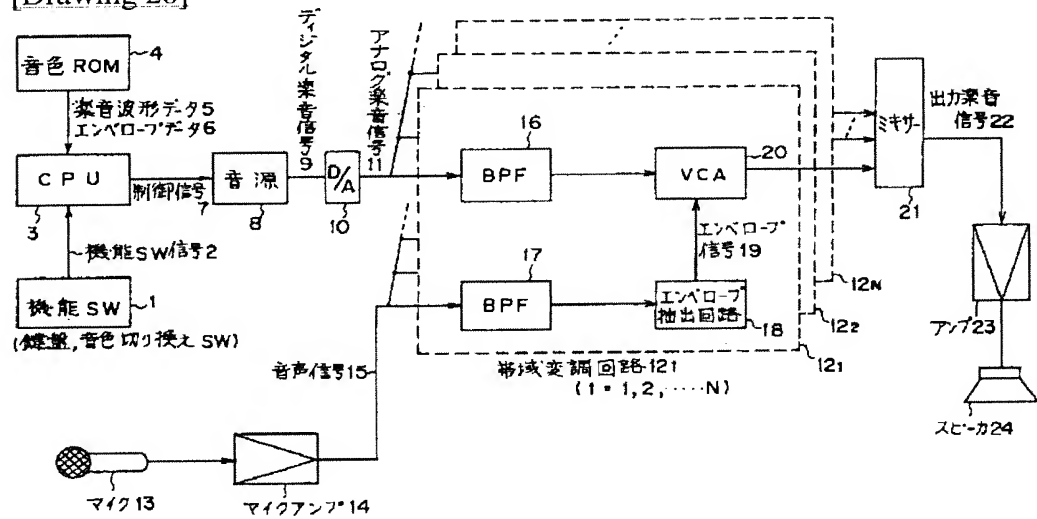
第2の実施例におけるDSP ボーダ処理に関する  
動作フローチャート (その2)

[Drawing 22]

第3の実施例におけるCPUに関する動作フローチャート  
(その1)

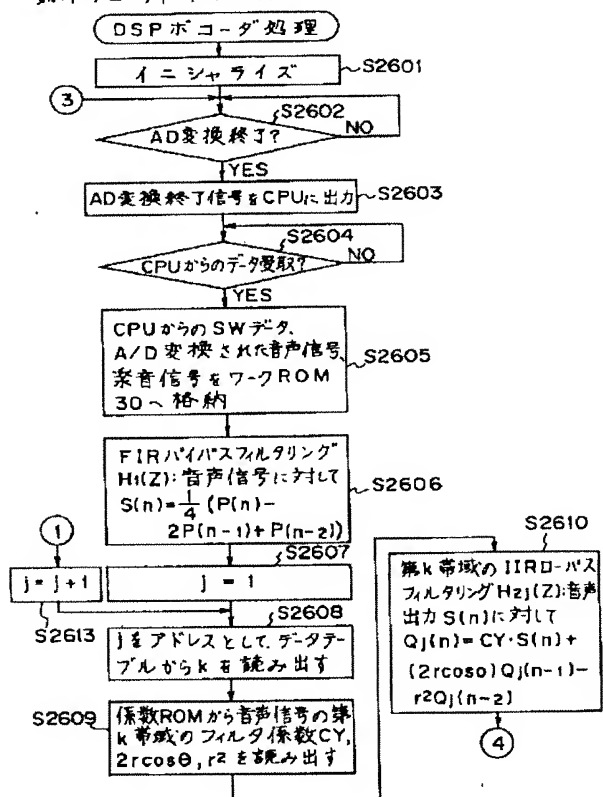


[Drawing 28]



[Drawing 26]

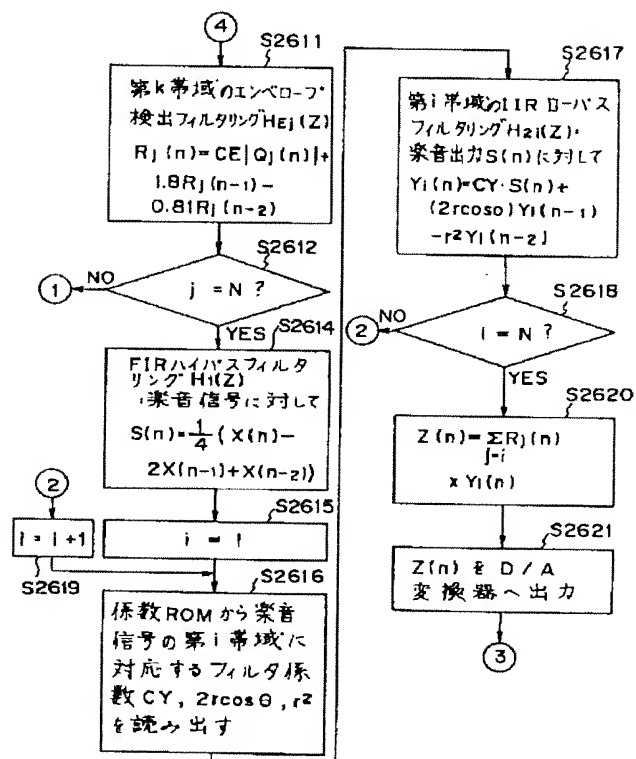
第3の実施例におけるDSPボコーダ処理に関する  
動作フローチャート (その1)



[Drawing 27]

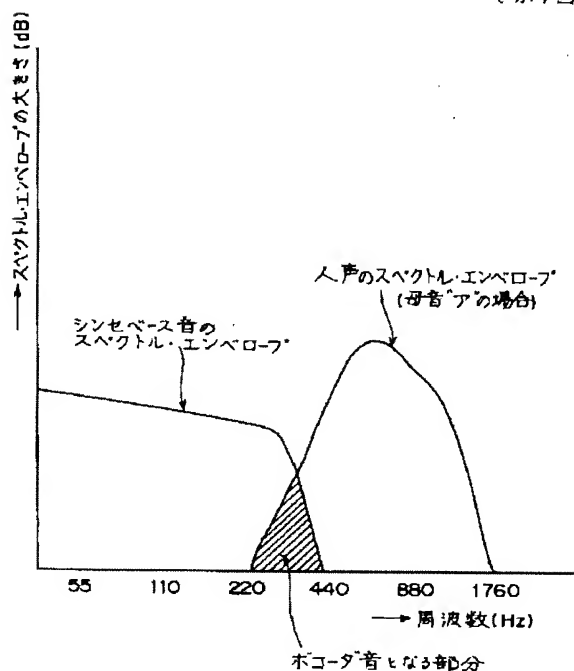


第3の実施例におけるDSP ボコーダ処理に関する  
動作フローチャート (その2)



[Drawing 30]

シンセベース音と人声のそれぞれのスペクトル・エンベローフを示す図



[Translation done.]

Inpadoc/Fam.& Legal Stat  
(c) 2007 EPO. All rights reserved.

53347025      Family ID: 23347026  
    <No. of Patents: 2>    <No. of Countries: 1>

Patent Basic (No,Kind,Date): JP 5002390 A    19930108

MUSICAL SOUND MODULATION DEVICE AND ELECTRONIC MUSICAL INSTRUMENT  
USING

THE SAME (English)

Patent Assignee: CASIO COMPUTER CO LTD  
Author (Inventor): IWAOOJI MAKOTO; NAKAE TETSUKAZU

\*\*\*

Patent Family:

Patent No	Kd Date	Applic No	Kd Date	Wk Added
JP 5002390	A 19930108	JP 1991154922	A 19910626	200016 (B)
JP 3203687	B2 20010827	JP 1991154922	A 19910626	200141

Priority Data (No,Kind,Date):  
JP 1991154922    A    19910626

\*\*\*\*\* JAPAN (JP) \*\*\*\*\*

JAPAN (JP) PATENT(S):

Patent (No,Kind,Date): JP 5002390 A    19930108

MUSICAL SOUND MODULATION DEVICE AND ELECTRONIC MUSICAL INSTRUMENT  
USING

THE SAME (English)

Patent Assignee: CASIO COMPUTER CO LTD  
Author (Inventor): IWAOOJI MAKOTO; NAKAE TETSUKAZU  
Priority (No,Kind,Date): JP 1991154922 A    19910626  
Applic (No,Kind,Date): JP 1991154922 A    19910626  
IPC + Level Value Position Status Version Action Source Office  
v.        :    10-0001/0  
v. 8 adv : G10H-0001/00        A I F R 20060101 20051220 M JP  
v. 8 core: G10H-0001/00        C I F R 20060101 20051220 M JP  
Date of Availability: 19930108 Unexamined printed without grant  
Language of Document: Japanese  
Update Week: Backfile (First Week Added: 200016)

Patent (No,Kind,Date): JP 3203687 B2    20010827  
(No title available)

Priority (No,Kind,Date): JP 1991154922 A    19910626  
Applic (No,Kind,Date): JP 1991154922 A    19910626  
IPC + Level Value Position Status Version Action Source Office  
v. 7 main: G10H-001/00  
v. 8 adv : G10H-0001/00        A I F R 20060101 20051220 M JP  
v. 8 core: G10H-0001/00        C I F R 20060101 20051220 M JP

Date of Availability: 20010827 Printed with grant  
Language of Document: Japanese  
Update Week: Backfile (First Week Added: 200141)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-2390

(43) 公開日 平成5年(1993)1月8日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 0 H 1/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 7350-5H

審査請求 未請求 請求項の数12(全 21 頁)

(21) 出願番号 特願平3-154922

(22) 出願日 平成3年(1991)6月26日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 岩大路 誠

東京都西多摩郡羽村町柴町3丁目2番1号

カシオ計算機株式会社羽村技術センター  
内

(72) 発明者 仲江 哲一

東京都西多摩郡羽村町柴町3丁目2番1号

カシオ計算機株式会社羽村技術センター  
内

(74) 代理人 弁理士 大菅 義之

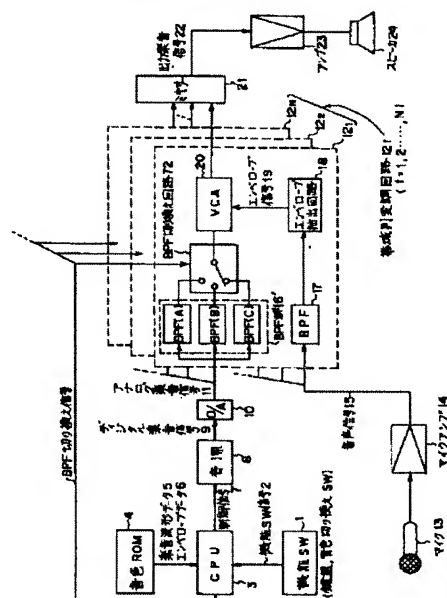
(54) 【発明の名称】 楽音変調装置および楽音変調装置を用いた電子楽器

(57) 【要約】

【目的】 楽音信号を音声信号で変調する楽音変調装置に関し、楽音の特性をより複雑多彩に変化させ、かつ楽音信号と音声信号の各スペクトル・エンベロープが大きく異なる場合でも十分な変調効果を得ることを目的とする。

【構成】 楽音信号11と音声信号15は、BPF群16'とBPF17により、それぞれ複数の周波数帯域内の各楽音信号と音声信号に分割される。エンベロープ抽出回路18は各音声信号から各エンベロープ信号を抽出する。BPF切り換え回路72は、楽音信号の音色に応じて、BPF群16'内の複数のBPF出力のうち1つを選択する。そして、この選択された有効な信号成分を有する各楽音信号が、VCA20で、各エンベロープ信号により変調される。同様の動作は、デジタルフィルタで構成されるBPFにおいてフィルタ係数を切り換えることによっても実現され、また、楽音信号と音声信号の周波数帯域の対応付けを任意の組合せで行うこともできる。

本発明は、図1の発明例の受信機構成



(2)

特開平 5-2390

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 楽音信号を該楽音信号の周波数特性に対応した複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各楽音信号に分割する第 1 の周波数帯域分割手段と、音声信号を所定の複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各音声信号に分割する第 2 の周波数帯域分割手段と、該第 2 の周波数帯域分割手段からの各音声信号から各エンベロープ信号を抽出するエンベロープ抽出手段と、前記第 1 の周波数帯域分割手段からの各楽音信号と前記エンベロープ抽出手段からの各エンベロープ信号とをそれぞれ対応させて割り当てる割当て手段と、前記第 1 の周波数帯域分割手段からの各楽音信号の特性を前記割当て手段で割り当てられた各エンベロープ信号のレベルに対応した電圧で可変させる電圧制御可変手段と、該電圧制御可変手段からの各出力を累算し出力楽音信号として出力する累算手段と、を有することを特徴とする楽音変調装置。

【請求項 2】 デジタル楽音信号を該デジタル楽音信号の周波数特性に対応した複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各デジタル楽音信号に分割する第 1 のデジタルフィルタリング手段と、デジタル音声信号を所定の複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各デジタル音声信号に分割する第 2 のデジタルフィルタリング手段と、該第 2 のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号から各デジタルエンベロープ信号を抽出するエンベロープ抽出手段と、前記第 1 のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号と前記エンベロープ抽出手段からの各デジタルエンベロープ信号とをそれぞれ対応させて割り当てる割当て手段と、前記第 1 のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号の特性を前記割当て手段で割り当てられた各デジタルエンベロープ信号で変調する変調手段と、該変調手段からの各出力を累算しデジタル出力楽音信号として出力する累算手段と、を有することを特徴とする楽音変調装置。

【請求項 3】 前記割当て手段における割当て状態は、外部から変更可能である、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置。

【請求項 4】 前記第 1 のデジタルフィルタリング手段は、複数組のフィルタ係数を記憶する係数記憶手段と、デジタル楽音信号の特性に対応したフィルタ係数の組を前記係数記憶手段から読み出し、該フィルタ係数の組を使用して前記デジタル楽音信号を該フィルタ係数で定まる複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各デジタル楽音信号に分割する演算を実行するフィルタ演算手段と、を含むことを特徴とする請求項 2 又は 3 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置。

【請求項 5】 前記第 1 および第 2 のデジタルフィルタリング手段は、それぞれバンドパスフィルタリング処理を実行する、ことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のい

2

れか 1 項に記載の楽音変調装置。

【請求項 6】 前記第 1 および第 2 のデジタルフィルタリング手段は、それぞれハイパスフィルタリング処理と前記各周波数帯域の中心周波数でピークを有する共振特性が付加されたローパスフィルタリング処理を順次時分割処理として実行する、ことを特徴とする請求項 5 に記載の楽音変調装置。

【請求項 7】 前記エンベロープ抽出手段は、直流近傍の周波数成分のみを通過させるローパスフィルタリング処理を行う、ことを特徴とする請求項 2 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置。

【請求項 8】 前記変調手段は、前記第 1 のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号に前記割当て手段で割り当てられた各デジタルエンベロープ信号を乗算する処理を実行する、ことを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置。

【請求項 9】 前記第 1 のデジタルフィルタリング手段、前記第 2 のデジタルフィルタリング手段、前記エンベロープ抽出手段、前記変調手段および前記累算手段における前記各処理は時分割処理として実行される、ことを特徴とする請求項 2 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置と、この楽音変調装置に前記楽音信号を供給する楽音信号発生手段とから成る電子楽器。

【請求項 11】 請求項 1 に記載の楽音変調装置と、複数音色の楽音信号を発生する楽音発生手段とを有する電子楽器であって、前記第 1 の周波数帯域分割手段が現在発音中の楽音信号の音色に対応して前記楽音信号の分割を行う複数の異なる周波数帯域を決定する、ことを特徴とする電子楽器。

【請求項 12】 請求項 2 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の楽音変調装置と、複数音色の楽音信号を発生する楽音発生手段とを有する電子楽器であって、前記第 1 のデジタルフィルタリング手段が現在発音中のデジタル楽音信号の音色に対応して前記デジタル楽音信号の分割を行う複数の異なる周波数帯域を決定する、ことを特徴とする電子楽器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子楽器等の楽音発生装置から発生される楽音を音声で変調することにより、発生される楽音が音声に対応して変化する効果を付加することのできる楽音変調装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子楽器の普及に伴い、演奏者が自分の演奏意志をより簡単かつ効果的に楽音に反映させることのできる電子楽器が求められている。

【0003】そのような電子楽器の一形態として、演奏者の発声などによって得られる音声信号により、楽音信

(3)

特開平5-2390

3

号に変調をかけることのできるいわゆるボコーダがある。図28は、本願出願人により出願（特願平1-243676号）された、上述のような機能を有する電子楽器の従来例の構成図である。

【0004】同図においては、機能SW（スイッチ）1は、鍵盤や音色切り換えスイッチを含んでおり、演奏者が鍵盤を弾くとその鍵盤のオン／オフ、ペロシティ等の演奏情報が機能SW信号2としてCPU3に取り込まれる。CPU3は、その演奏情報をもとに、音色ROM4から楽音波形データ5とエンベロープデータ6を読み込み、音源8を制御するための制御信号7を発生する。これに基づいて音源8から発せられるデジタル楽音信号9は、D/A変換器10においてアナログ楽音信号11に変換され、複数の帯域別変調回路12t(t=1,2,...,N)に入力する。

【0005】一方、演奏者がマイク13に向かって発声すると、それがマイクアンプ14で増幅され、音声信号15として複数の帯域別変調回路12t(t=1,2,...,N)に入力する。

【0006】帯域別変調回路12t(t=1,2,...,N)のそれぞれは、帯域通過フィルタ(BPF)16および17によって、アナログ楽音信号11および音声信号15を、複数の周波数帯域の各帯域に分割する。

【0007】この場合、1つの帯域別変調回路のBPF16および17は、アナログ楽音信号11および音声信号15を同一の周波数帯域の各成分のみを通過させるように機能する。

【0008】さらに、各帯域別変調回路12t(t=1,2,...,N)において、エンベロープ抽出回路18は、BPF17から出力される帯域制限された音声信号から振幅包絡（エンベロープ）成分を抽出し、エンベロープ信号19として出力する。そして、電圧制御増幅器20(VCA)は、上記エンベロープ信号19に基づいて、BPF16から出力される帯域制限されたアナログ楽音信号に対して振幅変調をかける。

【0009】このようにして、各帯域別変調回路12t(t=1,2,...,N)において各周波数帯域成分毎に振幅変調されたアナログ楽音信号はミキサー21によって累算され、全周波数帯域の出力楽音信号22として、アンプ23で増幅された後、スピーカ24から放音される。

【0010】以上のような構成の従来例により、人間の声のスペクトルが複数帯域に分割して分析され、そこから取り出された各帯域毎のエンベロープ信号に基づいて、VCA20において楽音信号に振幅変調がかけられることにより、楽器音の倍音成分に人間の声のニュアンスを付加することが可能となる。

【0011】すなわち、演奏者は、演奏操作子进行操作しながら声を発することにより、演奏操作子で与えた音高（ピッチ）を有する楽音を、自ら発する声のニュアンス

4

で変調して発声させることができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のボコーダのBPFでは、例えば図29に示されるように、10個の帯域に分割された楽音信号のそれぞれは、各楽音信号の帯域と同じ帯域の音声信号によって振幅変調される。

【0013】そのため、図30に示されるように、帯域別変調回路に入力される楽音信号と音声信号のそれぞれの倍音成分によって定まるスペクトル・エンベロープの周波数軸上の位置が大きく異なる場合には、ボコーダ本来の効果が発揮されず、出力される楽音の音量も小さくなってしまおうという問題点を有する。

【0014】そのほか、従来のボコーダは、楽器の音色を人の音声に似せることは可能であったが、それ以上の、より多彩な音色変化を期待することはできなかった。本発明の課題は、単に楽音を音声に似せるのみでなく、楽音の特性をより複雑多彩に変化させ、かつ楽音信号と音声信号の各スペクトル・エンベロープが大きく異なる場合でも、その効果が薄められないような音声制御電子楽器を実現することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、まず、デジタル楽音信号をそのデジタル楽音信号の周波数特性に対応した複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各デジタル楽音信号に分割する第1のデジタルフィルタリング手段を有する。同手段は、例えば複数組のフィルタ係数を記憶する係数記憶手段と、デジタル楽音信号の特性に対応したフィルタ係数の組を係数記憶手段から読み出し、そのフィルタ係数の組を使用してデジタル楽音信号を上記フィルタ係数で定まる複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各デジタル楽音信号に分割する演算を実行するフィルタ演算手段とから構成される。そして、第1のデジタルフィルタリング手段は、例えばハイパスフィルタリング処理とローパスフィルタリング処理とからなるバンドパスフィルタリング処理を実行する。

【0016】つぎに、デジタル音声信号を所定の複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各デジタル音声信号に分割する第2のデジタルフィルタリング手段を有する。同手段も、例えば第1のデジタルフィルタリング手段と同様のバンドパスフィルタリング処理を実行する。

【0017】また、第2のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号から各デジタルエンベロープ信号を抽出するエンベロープ抽出手段を有する。同手段は、例えば直流近傍の周波数成分のみを通過させるローパスフィルタリング処理を行う。

【0018】つづいて、第1のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号とエンベロープ抽出

(4)

特開平5-2390

5

手段からの各デジタルエンベロープ信号とをそれぞれ対応させて割り当てる割り当て手段を有する。同手段は、例えば第1のデジタルフィルタリング手段上の中心周波数が若い周波数帯域に対応するデジタル楽音信号から順に、第2のデジタルフィルタリング手段上の中心周波数が若い周波数帯域に対応するデジタルエンベロープ信号を固定的に割り当てる手段である。あるいは、割り当て手段における割り当て状態を使用者等が任意に変更可能としてもよい。

【0019】さらに、第1のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号の特性を割り当て手段で割り当てられた各デジタルエンベロープ信号で変調する変調手段を有する。同手段は、例えば第1のデジタルフィルタリング手段からの各デジタル楽音信号に割り当て手段で割り当てられた各デジタルエンベロープ信号を乗算する処理を実行する。

【0020】そして、変調手段からの各出力を累算しデジタル出力楽音信号として出力する累算手段を有する。以上の構成において、各手段の処理は時分割処理として実行されるように構成することができる。

【0021】なお、以上の構成は、アナログ回路によって構成されてもよい。そして、以上のような構成を有する楽音変調装置は、独立したモジュールとして構成されてもよいし、電子楽器に内蔵された形で構成されてもよい。内蔵される場合には、例えば、第1のデジタルフィルタリング手段がデジタル楽音信号の分割を行う複数の異なる周波数帯域は、現在発音中のデジタル楽音信号の音色に対応して決定される、

【0022】

【作用】楽音信号と音声信号は、それぞれ異なる周波数エンベロープ特性を有する。そこで、本発明では、楽音信号と音声信号がそれぞれ複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された各楽音信号と各音声信号に分割される。そして、各楽音信号が各音声信号から得られる各エンベロープ信号によって変調される。この結果、演奏者の音声あるいは歌声などのニュアンスを有する楽音の発音が実現される。

【0023】ここで、楽音信号が複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された楽音信号に分割される場合、各周波数帯域の周波数軸上での位置が楽音の周波数特性によって制御される。例えばフルートのような音色を有する楽音の場合には、上記各周波数帯域は周波数軸上で高音域に配置される。また、トロンボーンのような音色を有する楽音の場合には、上記各周波数帯域は周波数軸上で中音域に配置される。さらに、シンセベースのような音色を有する楽音の場合には、上記各周波数帯域は周波数軸上で低音域に配置される。

【0024】この結果、有効な信号成分を有する各楽音信号を、各音声信号に基づいて変調することができ、ボコーダとしての効果を有効に働かせることができる。さ

6

らに本発明では、割り当て手段における各楽音信号と各エンベロープ信号（各音声信号）との対応関係を、使用者等が任意に設定できるように構成されることにより、発音される楽音の特性をより複雑多彩に変化させることができる。

【0025】

【実施例】以下、図面を参照しながら本発明の実施例につき説明する。

#### 第1の実施例

＜構成＞図1は本発明による第1の実施例の全体構成を示すブロック図である。

【0026】同図において、機能SW（スイッチ）1は、鍵盤や音色切り換えスイッチを含んでおり、演奏者が鍵盤を弾くと、その鍵盤のオン／オフ、ペロシティ等の演奏情報が機能SW信号2としてCPU3に取り込まれる。CPU3は、その演奏情報をもとに、音色ROM4から楽音波形データ5とエンベロープデータ6を読み込み、音源8を制御するための制御信号7を発生する。これに基づいて音源8から発生されるデジタル楽音信号9は、D/A変換器10においてアナログ楽音信号11に変換される。

【0027】その後、複数の帯域別変調回路12t（t=1,2,...,N）の各々において、3種類の異なる特性のバンドパスフィルタ（以後、BPFと略称する）、BPF（A）、BPF（B）、BPF（C）を有するBPF群16'に入力される。

【0028】この3種類のBPF（後述する）から出力される各楽音信号のいずれかは、帯域別変調回路12t（t=1,2,...,N）のそれぞれにおいて、CPU3からのBPF切り換え信号に基づいて動作するBPF切り換え回路72によって選択的に出力される。なお、このBPF切り換え信号は、演奏者が機能スイッチ1内の特には図示しない音色切り換えスイッチを操作するのに対応して、CPU3から出力される。

【0029】つぎに、上記3種類のバンドパスフィルタBPF（A）、BPF（B）、BPF（C）の各周波数帯域を図2に示す。同図において、フルート型音色に対応するBPF（A）は、フルートのように高音域に比較的高いレベルの強い周波数成分を有する楽音信号に対応するBPFであり、つぎのトロンボーン型音色に対応するBPF（B）は、トロンボーンのように中音域に比較的高いレベルの強い周波数成分を有する楽音信号に対応するBPFである。またシンセベース型音色に対応するBPF（C）は、シンセベースのように低音域に比較的高いレベルの強い周波数成分を有する楽音信号に対応するBPFである。ここで、1～10の帯域番号は、それぞれ図1の帯域別変調回路12tの各々に対応している。すなわち、図2の場合、図1において、N=10であり、tの値は1から10までの値をとる。従って、図1のデジタル楽音信号9が例えばフルート型の音色を有するなら



(5)

特開平5-2390

7

ば、各帯域別変調回路12*t*において、CPU3からのBPF切り換え信号に基づいて動作するBPF切り換え回路72によってBPF(A)の出力が選択され、各帯域別変調回路12*t*に対応する帯域番号の帯域制限(図2のBPF(A)の欄の各範囲で示される)がなされた楽音信号が選択される。

【0030】一方、演奏者がマイク13に向かって発声すると、マイクアンプ14を介して得られる音声信号15が、上述の帯域別変調回路12*t*(*t*=1,2,...,N)に入力され、各帯域別変調回路12*t*のBPF17によ

って、図2のBPF17の各帯域番号に対応する帯域制限がなされる。

【0031】以上のようにして、BPF切り換えスイッチ20によって切り換えられたバンドパスフィルタBPF(A)、BPF(B)、BPF(C)から出力された楽音信号、およびBPF17から出力される音声信号は、ともに図2に示されるように、それぞれ10個の同じ帯域番号毎に組み合わせられて、つぎに述べる振幅変調動作が行われる。

【0032】すなわち、各帯域別変調回路12*t*(*t*=1,2,...,N)において、エンベロープ抽出回路18は、BPF17によって帯域制限された音声信号から、振幅包絡(エンベロープ)成分を抽出しそれをエンベロープ信号19として出力する。

【0033】そして、前述したようにBPF群16'の内のいずれかのBPFで帯域制限された楽音信号は、BPF切り換え回路72を介してVCA(Voltage Controlled Amplifier)20に入力される。そのあと、同楽音信号はVCA20において、上記エンベロープ信号19に基づいて、その楽音信号と同じ帯域番号の帯域の音声信号によって振幅変調される。

【0034】例えばBPF切り換え回路72でフルート型音色に対応するBPF(A)が選択された場合、図2に示されるように、帯域番号1の300~450Hzの帯域の楽音信号成分は、同じ帯域番号1の音声信号の帯域130~200Hzの音声信号成分によって振幅変調される。

【0035】このようにして、各帯域別変調回路12*t*(*t*=1,2,...,N)において各周波数帯域毎に振幅変調されVCA20から出力されたアナログ楽音信号は、ミキサー21によって累算され、全周波数帯域の出力楽音信号22として、アンプ23で増幅された後、スピーカ24から放音される。

【0036】以上のように第1の実施例では、複数の周波数帯域に分割された楽音信号は、その分割された周波数帯域と異なる周波数帯域に分割された音声信号により振幅変調されることが可能となる。

#### 第2の実施例

以上説明した第1の実施例では、CPU3、音色ROM4、音源8以外は、すべてアナログ回路で構成されているが、つぎに、発音回路以外をすべてデジタル回路で

8

構成した、本発明による第2の実施例を説明する。

＜構成＞図3は、本発明を鍵盤楽器に適用した第2の実施例の全体の構成を示すブロック図である。

【0037】同図において、演奏者がキーボード33で鍵盤操作を行ったり、あるいは機能スイッチ34によって音色設定や各種の効果設定等のスイッチ操作を行うと、それらの演奏情報がバス41を介してCPU(中央演算制御装置)25に送られる。

【0038】CPU25は、ROM(Read Only Memory)26に記憶されたプログラムを実行し、RAM(Random Access Memory)27をワークメモリとして演奏情報の処理を行う。このようにして処理された演奏情報、例えばノートオン/オフ、ベロシティ、音色設定データなどは、バス41を介して楽音発生回路31に送られる。同回路31は、上記演奏情報にしたがって楽音の生成を行う。なお、楽音発生回路31の楽音発生方式としては、例えばPCM方式、変調方式、倍音加算方式などが用いられる。

【0039】つぎに、楽音発生回路31にて生成されたデジタル楽音信号(以後、単に楽音信号と呼ぶ)*x*(*n*)は、楽音信号専用のバス42を介してDSP28に入力される。

【0040】一方、演奏者がマイク35に向かって歌を歌うと、マイクアンプ36を介して得られるアナログ音声信号がローパスフィルタ37を介してA/D変換器38に入力され、デジタル音声信号(以後、単に音声信号と呼ぶ)*p*(*n*)に変換されてDSP28に入力される。なお、アナログ音声信号はマイクロフォンからでなく、ライン入力端子LINE INから入力されるようにしてもよい。

【0041】DSP28は、楽音発生回路31から入力される楽音信号*x*(*n*)、およびA/D変換器38から入力される音声信号*p*(*n*)に基づいて、後述するデジタルフィルタ演算のための各種係数を記憶したフィルタ係数ROM29、あるいはデジタルフィルタ演算のためのデータを記憶するワークRAM30を用いて、後述する振幅変調処理を行う。

【0042】DSP28での振幅変調処理により得られたデジタル出力楽音信号*z*(*n*)は、専用のバス43を介してD/A変換器32へ送られ、ここでアナログ出力楽音信号に変換され、アンプ39を介してスピーカ40から放音される。

【0043】つぎに、DSPの構成および機能について説明する。

＜DSPの構成＞図4は、DSP28の全体構成図である。

【0044】同図において、まず、インタフェース281は、CPU25に接続されるバス41、楽音発生回路31に接続されるバス42、A/D変換38に接続されるバス、およびD/A変換器32に接続されるバス43

(6)

特開平5-2390

9

を収容し、各バスとDSP内部の回路とを接続する。

【0045】オペレーションROM282は、DSP28全体の動作を規定するマイクロプログラムを格納したROMであり、アドレスカウンタ283からの指定アドレスに基づいて対応するプログラム命令が読み出される。図3のCPU25は、アドレスカウンタ283にデータをセットすることにより、オペレーションROM282から如何なるプログラムを読み出して後述の変調処理を実行するかを、アドレスカウンタ283に指示する。

【0046】オペレーションROM282の出力は、デコーダ284にも与えられ、DSP28内の各回路に各種の制御信号を出力し、所望の動作を行わせる。一方、DSP28の内部バスには、図3のフィルタ係数ROM29およびワークRAM30が接続されて、オペレーションROM282のプログラム命令にしたがってフィルタ係数、楽音信号 $x(n)$ 、音声信号 $p(n)$ などがDSP28に対して供給され、あるいはワークRAM30に入出力される。

【0047】レジスタ群287は、演算中のデータを一時記憶する複数のレジスタからなり、乗算器285または加減算器286の各入出力端子に、内部バスを介して接続されている。そして、加減算器286からの演算結果（比較結果等）に基づいたジャッジ処理を実現するため、フラグレジスタ288を介してアドレスカウンタ283へ、ジャッジ結果を示すフラグ信号が送出される。

【0048】このフラグレジスタ288の出力に応じてアドレスカウンタ283のアドレスが変更され、そのアドレスに応じてオペレーションROM282からプログラム命令が読み出される。このようにして、ジャッジ処理が実現される。

<DSPの機能>つぎに、DSP28の動作機能を図5の機能ブロック図を用いて説明する。同図において、帯域別変調部44*t* ( $i=1, 2, \dots, N$ )は、図1の第1の実施例における帯域別変調回路12*t* ( $i=1, 2, 3, \dots, N$ )と同様の機能を有し、DSP28上のソフトウェアの時分割処理により実現される。そして、各サンプリング周期毎に動作し、各サンプリング周期の最後で各変調部からの出力が、DSP28のソフトウェア処理により実現される累算部49で累算され、デジタル出力楽音信号 $z(n)$ として図3のD/A変換器32に出力される。

【0049】各帯域別変調部44*t*は、バンドパスフィルタ部(BPF部)45と46、エンベロープ抽出部47、および乗算部48から構成される。BPF部45と46は、それぞれ後述するように、各帯域共通のソフトウェア処理によるハイパスフィルタと、各帯域別のソフトウェア処理によるローパスフィルタの組み合わせで実現される。乗算部48は、累算部49と組み合わせられて、後述のように積和演算処理により実現される。

10

【0050】つぎに、図5のBPF部45、46と、エンベロープ抽出部47の部分の詳細な基本的構成について説明する。図3の楽音発生回路31、およびA/D変換器38から、それぞれ入力される各サンプリング・タイミング*n*毎の楽音信号 $x(n)$ と音声信号 $p(n)$ は、DSP28の時分割処理によって、それぞれ*N*個のBPF部45と46でフィルタ処理される。

【0051】各帯域別変調部44-*t*のBPF部45、46はともに同じ伝達関数 $H1(z)$ を有する。本実施例では、このBPF部は図6に示されるように、各帯域共通のハイパスフィルタ部と、各帯域別のローパスフィルタ部のカスケード接続により実現される。この場合、ハイパスフィルタ部と、ローパスフィルタ部の伝達関数を、それぞれ $H1(z)$ 、 $H2i(z)$ とすると、上記BPF部45、46の伝達関数 $H1(z)$ は図6に示すように、 $H1(z)$ と $H2i(z)$ の積で表される。

【0052】図5のBPF45の場合、楽音信号 $x(n)$ は、伝達関数 $H1(z)$ のハイパスフィルタ部でフィルタ処理された後、伝達関数 $H2i(z)$ のローパスフィルタ部でフィルタ処理され、帯域制限された楽音信号 $Yi(n)$ （ただし、 $i=t$ ）として出力される。

【0053】また、BPF46の場合は、音声信号 $p(n)$ は、伝達関数 $H1(z)$ のハイパスフィルタ部でフィルタ処理された後、伝達関数 $H2i(z)$ のローパスフィルタ部でフィルタ処理され、帯域制限された音声信号 $Qj(n)$ （ただし、 $j=t$ ）として出力される。

【0054】さらに、この帯域制限された音声信号 $Qj(n)$ は、図5のエンベロープ抽出部47での処理にかけられるが、この部分は図6のように、伝達関数 $Hs1(z)$ を有するカットオフ周波数の低いローパスフィルタ部により実現される。このようなローパスフィルタ部により、帯域制限された音声信号 $Qj(n)$ からエンベロープ信号 $Rj(n)$ が得られる。

【0055】つぎに、伝達関数 $H1(z)$ のハイパスフィルタ部、伝達関数 $H2i(z)$ と $Hs1(z)$ の各ローパスフィルタ部の特性について、以下に詳細に説明する。

<伝達関数 $H1(z)$ のハイパスフィルタ部>図7は、図6のハイパスフィルタ $H1(z)$ をハードウェアのイメージで示した構成図である。これは、2次のFIRディジタルフィルタであって、その伝達関数は、

【0056】

【数1】

$$H_1(z) = (1/4)(1 - 2z^{-1} + z^{-2})$$

【0057】で示される。図7において、50、51の $z^{-1}$ はサンプリング・クロック1周期分の遅延を与える遅延素子を表し、55、56は加算器である。また52、53、54は乗算器であり、 $\times 2$ 、 $\times 1$ 、 $\times 1/4$ の係数は、それぞれ乗算器に乘算される乗算器係数である。図3および図4のDSP28においては、図7に示

(7)

特開平5-2390

11

12

すハイパスフィルタと等価なフィルタ演算処理が、BPF45 (図5) の場合は、

【0058】

【数2】

$$S(n) = (1/4) (x(n) - 2x(n-1) + x(n-2))$$

【0059】 BPF46 (図5) の場合は、

【0060】

【数3】

$$|H_1(e^{j\Omega})|^2 = (1/16) |1 - 2e^{-j\Omega} + e^{-2j\Omega}|^2 \\ = (1/16) (6 + 2\cos 2\Omega - 8\cos \Omega)$$

【0064】となり、 $\Omega=0$  (0Hz) でゲインが最小、 $\Omega=\pi$  ( $f_s/2$  Hz) でゲインが最大になる特性を有する。ここで  $f_s$  は音声信号  $x(n)$ 、および音声信号  $p(n)$  の共通のサンプリング周波数である。図8にこのハイパスフィルタの特性を示す。同図で、意味のある周波数は  $0 \sim f_s/2$  Hz までである。

<伝達関数  $H_2(z)$  のローパスフィルタ部> つづいて、図9は、図6のローパスフィルタ  $H_2(z)$  をハードウェアのイメージで示した構成図である。これは、2次のIIRディジタルフィルタであって、その伝達関数は、

【0065】

【数5】

$$H_{zt}(z) = CY \cdot \frac{1}{1 - 2r\cos\theta z^{-1} + r^2 z^{-2}} \quad * \\ W_t(n) = CY \cdot S(n) + 2r\cos\theta W_t(n-1) - r^2 W_t(n-2)$$

【0069】

【数7】

$$H_{zt}(e^{j\Omega}) = CY \cdot \frac{1}{1 - 2r\cos\theta e^{-j\Omega} + r^2 e^{-2j\Omega}} \\ = CY \cdot \frac{1}{\{1 - (re^{j\theta})e^{-j\Omega}\} + \{1 - (re^{-j\theta})e^{-j\Omega}\}}$$

【0070】なる離散演算処理により実現される。ここで、伝達関数の極は、“\*\*”をべき乗演算として、 $z_1 = re^{j\theta}$ 、 $z_2 = re^{-j\theta}$  に存在し、 $z=0$  に二重の零点がある。この極と零点の配置と、

【0071】

【数8】

$$0 < \theta < \pi/2$$

【0072】としたときの極ベクトルと零点ベクトルとの関係を図10に示す。同図から理解されたとおり、単位円に沿って移動する点Pと零点Oを結ぶ線分が実軸となす角度を  $\Omega$  とすると、 $\Omega=0 \sim \pi$  において、極ベクトル  $Z_1$  と零点ベクトル  $V_1$  との差であるベクトル  $V_2$  の長さは、初めは減少し、その後増加する。ベクトル  $V$

$$* S(n) = (1/4) (p(n) - 2p(n-1) + p(n-2))$$

【0061】なる離散演算処理により実現される。なお、この場合、フィルタ係数は2の倍数数であるので、係数と信号の乗算は、単なるビットシフト処理で実現される。

【0062】このハイパスフィルタの周波数特性は、

【0063】

\* 【数4】

※【0066】で示される。そして、この式の  $\theta$  と  $CY$  は、後述のように図5の各帯域別変調部44tの添え字  $t$  の値に応じて変化し、また  $r$  がレゾナンスの強さ、つまりピークの大きさを示すパラメータである。

【0067】図9において、57、58は、サンプリング・クロック1周期分の遅延を与える遅延素子を表し、59、60、61は乗算器で、それぞれに同図に示される係数  $-2r\cos\theta$ 、 $r^2$ 、 $CY$  が乗算される。また、62、63は加算器である。DSP28 (図3、図4) においては、図9に示す構成のローパスフィルタと等価なフィルタ演算処理が、

【0068】

【数6】

$z$  の最小の長さは、P点が極  $Z_1$  に最接近したとき、すなわち、 $\theta=\Omega$  のときである。

【0073】ここで、このローパスフィルタの周波数  $\Omega$  における周波数応答の大きさ (振幅特性) は、零点ベクトル  $V_1$  とベクトル  $V_2$  のそれぞれの長さの比で定まる。そして、この零点ベクトル  $V_1$  の値は常に1であるから、周波数応答の大きさは、ベクトル  $V_2$  の大きさの逆数に比例し、上述のように  $\theta=\Omega$  で最大となる。また周波数応答の大きさのピークは、 $r$  の値により定まり、 $r$  の値が1に近づくほど大きくなる。図11は、 $\Omega=-\pi \sim \pi$  におけるこの周波数応答の大きさを表している。

【0074】一方、周波数応答の位相は、実軸と零点ベクトル  $V_1$  とのなす角  $\Omega$  から、実軸とベクトル  $V_2$  との

(8)

特開平5-2390

13

なす角を引いた値になる。以上の説明から明らかなように、図5の各帯域別変調部441( $l=1, 2, \dots, N$ )毎に、帯域の中心周波数 $f_l$ とサンプリング周波数 $f_s$ を用い、 $\theta = 2\pi f_l / f_s$ で求まる $\theta$ の値を決めれば、図12に示されるように、各帯域の中心周波数 $f_l$ でピークを有するローパスフィルタが実現される。

【0075】この場合、ピークの大きさは、前述のように $r$ の値により変化するが、この $r$ の値を選択してピークが隣の帯域に影響するのを防ぎ、また前述のCYの値\*

$$\left| H_{21}(e^{j2\pi f_l / f_s}) \right|^2 / \left| H_{21}(e^{j2\pi (f_l + \Delta f) / f_s}) \right|^2 = m^2$$

【0078】という $r$ についての4次方程式を解き、その結果、得られた $r$ のうち、 $0 < r < 1$ の $r$ を選び、各係数 $-2r \cos \theta$ 、 $r^2$ を求めることができる。数値計算の結果、例えば $f = 440 \text{ Hz}$ 、 $f_s = 5 \text{ KHz}$ で、 $m \times$

$$-2r \cos \theta = -1.9773, \quad r^2 = 0.9851, \quad CY = 36.7$$

【0080】となる。その他の帯域についても同じようにして求めることができる。以上のような伝達関数 $H_{21}(z)$ を有するハイパスフィルタと、伝達関数 $H_{21}(z)$ を有するローパスフィルタが、図6に示されるようにカスケードに接続されることにより、各伝達関数の積として表される全体の伝達関数によって、図13に示されるように、 $l=1 \sim N$ の各帯域毎に中心周波数 $f_1 \sim f_N$ 、隣接帯域間の周波数差 $\Delta f$ を有する擬似的なバンドパスフィルタが実現される。

<伝達関数 $H_{21}(z)$ のローパスフィルタ部>つぎに、図14は、図5のエンベロープ抽出部47に対応する図6のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ をハードウェアのイメージで示した構成図である。

【0081】これは、前述したローパスフィルタ $H_{21}(z)$ と同じ形の2次のIIRデジタルフィルタで、その伝達関数は、

【0082】

【数11】

$$R_j(n) = CE \left| Q_j(n) \right| + 1.8R_j(n-1) - 0.81R_j(n-2)$$

【0086】なる離散演算処理により実現される。このローパスフィルタの周波数特性は、図15に示されるように、最大値を示すレゾナンスを $\Omega = 0$ に有する。このローパスフィルタのカットオフ周波数は、エンベロープ抽出という目的から、先の最低帯域のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ のカットオフ周波数よりも、はるかに低い周波数に設定される。

【0087】ここで、係数CEは、各帯域ごとのそれぞれの出力レベルを合わせるためのものである。図16は、図14のローパスフィルタによって得られたエンベロープ信号 $R_j(n)$ を、入力信号の絶対値 $|Q_j(n)|$ と対比させて模式的に示した図である。図14の絶対値回路64に相当する演算によって、入力信号

14

\*を選択して各帯域の出力 $W_l(n)$ のレベルがほぼ等しくなるように設定することができる。

【0076】上記 $r$ とCYの値は、例えばつぎのようにして求めることができる。今、各帯域の中心周波数 $f_l$ と $\Delta f$ 離れた隣の帯域の中心周波数 $f_{l+1} (= f_l + \Delta f)$ との周波数応答の大きさの比を $m$ とすると、

【0077】

【数9】

※=4とすると、

【0079】

【数10】

$$H_{21}(z) = CE \cdot \frac{1}{1 - 1.8z^{-1} + 0.81z^{-2}}$$

【0083】である。これは前述のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の伝達関数で、 $r=0.9$ 、 $\theta=0$ としたものである。図14において、絶対値回路64は、図6のローパスフィルタ $H_{21}(z)$ の出力 $W_l(n)$ に対応する図5のBPF部46の出力 $Q_j(n)$ の絶対値を出力し、つぎのデジタルフィルタ部に送る。65、66は、サンプリング・クロック1周期分の遅延を与える遅延素子、67、68、69は乗算器で、それぞれに同図に示される係数が乗算される。また、70、71は加算器である。

【0084】DSP28(図3、図4)においては、図14に示す構成のローパスフィルタと等価なフィルタ演算処理が、

【0085】

【数12】

の負の波高値(図16の破線)が正の波高値に変換された上で、ローパスフィルタ処理が行われるため、各周波数帯域毎の音声信号 $Q_j(n)$ のエンベロープを求める動作を、図5のエンベロープ抽出部47が実行することになる。

【0088】以上、図5～図16で示されたフィルタ機能が図3、または図4のDSP28でソフトウェア処理として実行される。つぎに、その動作について説明する。

<第2の実施例の動作>図17は、第2の実施例において、演奏者が鍵盤を演奏操作して楽音が発生される際の、CPU25を中心とする一連の動作に関する動作フローチャートである。この動作フローチャートは、CP

(9)

特開平5-2390

15

U25がROM26内に記憶されたプログラムを実行する処理として実現される。

【0089】まず、電源投入後、初期設定が行われる(ステップS1701)。つぎに、機能スイッチ34内の音色スイッチが走査されて(ステップS1702)、同スイッチのオン/オフに関するデータがCPU25内のレジスタAに格納され(ステップS1703)、さらに、鍵盤が走査される(ステップS1704)。そして、鍵盤の状態に変化が生じるまで、以上のステップS1702～S1704の処理が繰り返される(ステップS1705)。

【0090】変化が生じた場合に、それがノートオフ(離鍵)によるときは、オフデータが楽音発生回路31へ出力され、同回路で楽音の発生が停止され、ステップS1702に戻る(ステップS1708)。また、ノートオン(押鍵)によるときは、ステップS1703でCPU25内のレジスタAに格納された音色スイッチデータに基づいてROM26から対応する音色データが読み出される(ステップS1706)。そしてこの音色データと演奏操作された鍵盤からの音高データ、およびオンデータが楽音発生回路31へ出力される(ステップS1707)。楽音発生回路31はこのオンデータによって楽音信号を作成する。

【0091】そのあと、ステップS1702に戻り、上記動作が繰り返される。ここで、図3のDSP28から後述するA/D変換終了信号が出力されると、CPU25における割り込み処理として図18のA/D変換終了インタラプト処理が実行され、CPU25内のレジスタAに格納された音色スイッチデータがDSP28に送出される(ステップS1801)、図17のメインルーチンに戻る。DSP28においては、この音色スイッチデータは、後に詳述するように、図5のBPF部45に相当するフィルタ処理が実行されるときフィルタ係数を決定するために用いられる。

【0092】つぎに、図19と図20は、図4のDSP28において、オペレーションROM282に記憶されたマイクロプログラムに従って実行されるDSPボコーダ処理に関する動作フローチャートであり、バンドパスフィルタ処理、およびエンベロープ抽出のためのローパスフィルタ処理を含む。

【0093】この動作フローチャートに従った処理により、楽音信号 $x(n)$ および音声信号 $p(n)$ に共通なサンプリング周期毎に、図5の各帯域毎の帯域別変調部441( $t=1, 2, \dots, N$ )でのBPF部45と46、エンベロープ抽出部47、および乗算部48に相当する処理、ならびに累算部49に相当する処理が、時分割処理で実行されることによって、サンプリング周期毎に出力楽音信号 $z(n)$ が得られ、図3のD/A変換器32に出力される。

【0094】まず、図3のワークRAM30、および図4のDSP内のレジスタ群287などが初期設定として、リセットされる(ステップS1901) つぎに、図3の

16

A/D変換器38でサンプリング周波数 $f_s$ に対応する周期ごとに行われるA/D変換の終了を待ち(ステップS1902)、変換終了と同時にDSP28からA/D変換終了信号がCPU25に出力される(ステップS1903)。

【0095】その後、CPU25が図18の割り込み処理に基づいて出力した音色スイッチデータを受け取ったか否かが判定され(ステップS1904)、受け取ったならば、その音色スイッチデータがインタフェース281(図4)から取り込まれ、ワークRAM30に格納される。また、A/D変換された音声信号 $p(n)$ もインタフェース281(図4)から取り込まれ、ワークRAM30の同じ名前の変数 $p(n)$ へ順次格納される。同時に楽音発生回路31(図3)から入力される楽音信号 $x(n)$ もインタフェース281から取り込まれ、同じくワークRAM30の同じ名前の変数 $x(n)$ に順次格納される(以上、ステップS1905)。なお、ワークRAM30のそれぞれ3つずつの各変数 $p(n)$ 、 $p(n-1)$ 、 $p(n-2)$ 、および $x(n)$ 、 $x(n-1)$ 、 $x(n-2)$ には、現在のサンプルと過去の2サンプルずつの連続する各音声信号及び楽音信号が記憶されるものとする。

【0096】つぎに、ステップS1906(図19)～S1910(図20)の処理は、図5の帯域変調部441( $t=1, 2, \dots, N$ )の各BPF部46、およびエンベロープ抽出部47における音声信号 $p(n)$ の処理に相当する。

【0097】まず、ワークRAM30からの各変数 $p(n)$ 、 $p(n-1)$ 、 $p(n-2)$ から図4のレジスタ群287内のレジスタに、現在のサンプルと過去2サンプル分の音声信号が読み出され、図6の伝達関数 $H_1(z)$ で示されるハイパスフィルタ処理が実行される(ステップS1906)。この処理は、図5のBPF部46に対応する処理の一部であり、前述の数2式で表される演算処理で、図4の乗算器285および加減算器286を使って実行される。このとき数2式の演算に用いられる各フィルタ係数は、フィルタ係数ROM29(図3、図4)から読み出される。この結果得られた出力は、ワークRAM30内の変数 $S(n)$ に格納される。

【0098】以上のハイパスフィルタ処理は、各帯域で共通な処理であるため、1回のみ実行される。つぎに、図5のBPF部46に対応する処理の残りである $H_{21}(z)=H_{21}(z)$ で示されるローパスフィルタ処理と、同じくエンベロープ抽出部47に対応する処理である図6の伝達関数 $H_{21}(z)=H_{21}(z)$ で示されるローパスフィルタ処理がつづけて実行される。

【0099】これらの処理は、図5の帯域別変調部441～44-Nに対応して、N帯域分の時分割処理として繰り返される。そのために、図4のレジスタ群287内に、N帯域の時分割処理を行うための繰り返し制御用のレジスタ $j$ が設けられ、ステップS1907で値1に初期設定される。そして、ステップS1908～S1910で、1帯域分のローパスフィルタ処理が終了する毎に、ステップS1

(10)

特開平5-2390

17

911 でレジスタ j の内容が N に達したか否かが判定され、達していなければ、ステップ S1912 においてレジスタ j の内容がインクリメントされ、ステップ S1908 以後の処理が繰り返される。

【0100】この処理は、図4の加減算器286とフラグレジスタ288によって実行され、アドレスカウンタ283によって、ステップS1909、およびS1910に対応するプログラム命令がオペレーションROM282から繰り返し読み出される。

【0101】まず、フィルタ係数ROM29から、音声用で、かつレジスタ j で示される番号に対応する帯域のフィルタ係数  $CY$ ,  $2r\cos\theta$ ,  $r^2$  が読み出される（ステップS1908）。そして、このフィルタ係数を用いて前述のハイパスフィルタ処理の出力である変数  $S(n)$  の内容に対して、図6の伝達関数  $H_{21}(z) = H_{21}(z)$  で示されるローパスフィルタ処理が実行される（ステップS1909）。この処理は、前述の数6式で  $Wl(n) = Qj(n)$  として表される演算処理であり（図6参照）、図4の乗算器285および加減算器286を用いて実行される。

【0102】また、ワークRAM30内には、過去の2サンプル分の自分自身のフィルタ出力を格納する変数  $Qj(n-1)$  および  $Qj(n-2)$  が設けられており、レジスタ群287はこれらの内容を随時取り込んで上記演算に用いる。この結果得られた出力はワークRAM30内の変数  $Qj(n)$  に格納される。なお、各変数  $Qj(n)$ 、 $Qj(n-1)$ 、および  $Qj(n-2)$  は、添え字 j が変化させられて N 帯域分設けられている。

【0103】つぎに、上述のローパスフィルタ処理の出力である変数  $Qj(n)$  の内容に対して、図6の伝達関数  $H_{21}(z) = H_{21}(z)$  で示されるローパスフィルタ処理が実行される（ステップS1910）。この処理は、前述の数12式で表される演算処理であり、図4の乗算器285および加減算器286を用いて実行される。この場合も、数12式の演算処理に用いられる各フィルタ係数は、フィルタ係数ROM74から読み出される。

【0104】また、ワークRAM30内には、過去の2サンプル分の自分自身のフィルタ出力を格納する変数  $Rj(n-1)$  および  $Rj(n-2)$  が設けられており、レジスタ群287はこれらの内容を随時取り込んで上記演算に用いる。この結果得られた出力はワークRAM30内の変数  $Rj(n)$  に格納される。なお、各変数  $Rj(n)$ 、 $Rj(n-1)$ 、および  $Rj(n-2)$  は、添え字 j が変化させられて N 帯域分設けられている。

【0105】以上、ステップS1907～S1912の処理により、図5のN帯域の帯域別変調部44i(i=1,2,...N)の各BPF部46、およびエンベロープ抽出部47に相当する処理が行われる。

【0106】つづいて、ステップS1913～S1917の処理は、図5のN帯域の帯域別変調部44-1～44-Nの各BPF部45における楽音信号  $x(n)$  に対する処理に相

18

当する。

【0107】まず、ワークRAM30からの各変数  $x(n)$ 、 $x(n-1)$ 、 $x(n-2)$  から、図4のレジスタ群287内のレジスタに、現在のサンプルと過去2サンプル分の楽音信号が読み出され、図5のBPF部45に対応する処理の一部である、図6の伝達関数  $H1(z)$  で示されるハイパスフィルタ処理が実行される（ステップS1913）。この処理は、前述の数3式で表される演算処理であり、図4の乗算器285および加減算器286を用いて実行される。このとき、数3式の演算に用いられる各フィルタ係数は、フィルタ係数ROM29から読み出される。この結果得られた出力は、ワークRAM30内の変数  $S(n)$  に格納される。

【0108】以上のハイパスフィルタ処理は、各帯域で共通な処理であるため、1回のみ実行される。つぎに、図5のBPF部45に対応する処理の残りである図6の伝達関数  $H_{21}(z) = H_{21}(z)$  で示されるローパスフィルタ処理が実行される。この処理は、図5の帯域別変調部44-1～44-Nに対応して、N帯域分の時分割処理として繰り返し行われる。

【0109】そのために、図4のレジスタ群287内に、N帯域の時分割処理を行うための繰り返し制御用のレジスタ i が設けられ、ステップS1914で値1に初期設定され、ステップS1916の1帯域分のローパスフィルタ処理が終了する毎に、ステップS1917でレジスタ i の内容が N に達したか否かが判定され、達していなければステップS17においてレジスタ i の内容がインクリメントされ、ステップS1915以降の処理が繰り返される。

【0110】この場合も、前述のレジスタ j の場合と同様に図4の各回路が動作する。まず、ワークRAM30から、前述したステップS1905でCPU25から受け取られた音色スイッチデータが読み出され、この音色データに対応し、かつレジスタ i で示される番号に対応する帯域のフィルタ係数  $CY$ ,  $2r\cos\theta$ ,  $r^2$  が係数ROM29から読み出される（ステップS1915）。

【0111】このように、楽音用のフィルタ係数は、図3の機能スイッチ34において選択された楽音の音色に従って決定され、例えば、フルート型の音色が選択されたならば、第1の実施例で説明した図2のBPF(A)の各帯域に対応するようなフィルタ係数が読み出される。これが、第2の実施例の大きな特徴である。

【0112】上述のようにして読み出されたフィルタ係数を用いて、前述のステップS1909とほぼ同様の処理が行われる（ステップS1916）。すなわち、ハイパスフィルタの出力である変数  $S(n)$  の内容に対して、前述の数6式で  $Wl(n) = Yi(n)$  として表される演算処理が実行される（図6参照）。このときに、ワークRAM30内には、過去の2サンプル分の自分自身のフィルタ出力を格納する変数  $Yi(n-1)$ 、および  $Yi(n-2)$  が設けられてお



(11)

特開平5-2390

19

上記演算に用いる。この結果得られた出力は、ワークRAM 30の変数 $Y_i(n)$ に格納される。なお、各変数 $Y_i(n)$ 、 $Y_i(n-1)$ 、および $Y_i(n-2)$ は、添え字 $i$ が変化させられてN帯域分設けられている。

【0113】以上、ステップS1913～S1917の処理により、図5のN帯域分の帯域別変調部44( $i=1, 2, \dots, N$ )のBPF部45に相当する処理が実行される。ここまで説明したステップS1916～S1918の処理により、図5のエンベロープ抽出部47、およびBPF部45と46の各出力に対応する変数 $R_j(n)$ と $Y_i(n)$ の内容が確定する。

【0114】これらの内容を用いることにより、図5のN帯域分の帯域別変調部44-1～44-Nの各乗算部48と同じく、図5の累算部49の処理に対応する以下の処理が実行される。

【0115】すなわち、ステップS1919において、レジスタ $i=j$ の内容が1～Nまで変化させられながら、 $R_j(n) \times Y_i(n)$ のそれぞれの乗算が、図4の乗算器285において行われる。そして、これらの各乗算結果が図4の加減算器286を用いて累算される。

【0116】このように得られた累算結果は、図4のワークRAM 30内の変数 $z(n)$ に格納され、つづくステップS1920において、サンプリングクロックに同期したタイミングで、図4のインタフェース281から図3のD/A変換器32へ出力される。

【0117】以上、詳述したように、楽音信号および人間の音声信号を複数周波数帯域に分割する図5のBPF部45と46の処理、帯域制限された音声信号からエンベロープを抽出する図5のエンベロープ抽出部47の処理、エンベロープ信号によって帯域制限された楽音信号に振幅変調をかける図5の乗算部48の処理、そして各帯域の変調出力を累算して、出力楽音信号を得る図5の累算部49の処理が、ソフトウェアの時分割処理によるデジタルフィルタ処理として実現される。

【0118】これにより、楽器音の倍音成分に人間の声のニュアンスを付加するという効果付加処理を、1チップのDSPにより簡単かつ安定して行うことができる。しかも、楽音信号を各周波数帯域別にフィルタリング処理するためのフィルタ係数は、入力される楽音信号の音色に対応したスペクトル・エンベロープに合わせて選択できるので、楽音信号の周波数成分の無い帯域をフィルタリング処理するようなことがない。そのため、変調がかからず出力音量が低下するような従来の問題点をなくすることが可能となる。

### 第3の実施例

いまで説明した第1及び第2の実施例では、楽音信号とそれを変調するための音声信号のBPFの各帯域の組み合わせは、図2に示されるように、周波数の低い方から同じ帯域番号毎に組み合わせられていた。

【0119】以下に説明する第3の実施例では、これと

20

異なり、図21のように、楽音信号と音声信号の各帯域は任意に組み合わせられる点の特徴となっている。すなわち、例えば図21で、楽音信号の帯域1および2の周波数成分は、音声信号の帯域hおよびfに含まれる周波数成分により、それぞれ振幅変調される。すなわち、複数の帯域に分割された楽音信号のそれぞれの信号成分は、複数の帯域に分割された音声信号の任意の帯域の信号成分によって振幅変調される。

【0120】このような楽音信号と音声信号のそれぞれの帯域の組み合わせは、後述のように予め演奏者によって自由に設定される。第3の実施例の構成は、図3～図16の第2の実施例と同じであるので、それらの構成についての説明は省略し、第3の実施例の動作のみを説明する。

【0121】図22は、第3の実施例において、演奏者が鍵盤を演奏操作して楽音が発生される際の、CPU 25を中心とする一連の動作に関する動作フローチャートである。この動作フローチャートは、第2の実施例の場合と同様、CPU 25がROM 26内に記憶されたプログラムを実行する処理として実現される。

【0122】まず、第2の実施例と同様、電源投入後、初期設定が行われる(ステップS2201)。つぎに、図3の機能スイッチ34内の特には図示しないモードスイッチが走査される(ステップS2202)。このモードスイッチはノーマルモードか、あるいはつぎに説明する楽音帯域を設定したり、音声帯域を指定する設定モードのいずれかを選択するためのものである。このモードスイッチを走査した結果、設定モードが選択されているか否かが判定される(ステップS2202)。

【0123】この判別の結果、設定モードが選択されていなければ、つぎのステップS2204に進むが、ステップS2204～S2210の楽音発生のための処理は、第2の実施例に関する図17のステップS1702～S1708の処理と全く同じであるため、その説明は省略する。

【0124】ステップS2203の判別の結果、設定モードが選択されていれば、ステップS2211に進み、機能スイッチ34内の特には図示しない楽音帯域設定スイッチが操作されたか否かが判定される。その結果、操作されていなければステップS2202に戻り、操作されていれば、その操作に基づいて得られる操作データ $j$ をアドレスとするワークRAM 30上の音声帯域記憶領域が指定される(ステップS2212)。この操作データ $j$ は、図21で示されるような楽音信号に対するフィルタリングの帯域番号を示している。図21の例では、この操作データ $j$ として、1から10までのうちの任意の値が、演奏者によって指定される。

【0125】つづいて、機能スイッチ34内の特には図示しない音声帯域指定スイッチがオンされているか否かが判定される(ステップS2213)。その結果、操作されていなければステップS2202へ戻り、操作されていれば、

(12)

特開平5-2390

21

その操作に基づいて得られる音声帯域指定データ  $k$  が、ステップ S2212 で指定されたワーク RAM 30 上の音声帯域記憶領域に書き込まれる。この音声帯域指定データ  $k$  は、図 21 で示されるような音声信号に対するフィルタリングの帯域番号を示している。図 21 の例では、 $a, b, c, \dots, j$  のうちの任意の値が、演奏者によって指定される。

【0126】このあと、ステップ S2202 に戻り上述の動作が繰り返され、ワーク RAM 27 の音声帯域記憶領域内に、例えば図 25 に示されるように、楽音信号の周波数帯域  $l$  ( $=1, 2, 3, \dots$ ) と組み合わせられて、楽音信号を変調する音声信号の帯域指定データ  $k$  ( $h, f, a, c, b, \dots$ ) のすべてが記憶される。

【0127】ここで、図 3 の DSP 28 から後述する A/D 変換終了信号が出力されると、CPU 25 における割り込み処理として図 24 の A/D 変換終了インタラプト処理が実行され、ワーク RAM 27 内の音声帯域記憶領域内の図 25 で示されるデータ  $j, k$  の組が DSP 28 に送出され (ステップ S2401)、図 22 又は図 23 のメインルーチンに戻る。

【0128】図 26、図 27 は、図 4 の DSP 28 において、オペレーション ROM 282 に記憶されたマイクロプログラムに従って実行される DSP ボコーダ処理に関する動作フローチャートであり、バンドパスフィルタ処理、およびエンベロープ抽出のためのローパスフィルタ処理を含む。

【0129】同図において、ステップ S2601 ~ S2607 は、第 2 の実施例に関する図 19 のステップ S1901 ~ S1907 の動作と全く同じであるので、その説明は省略する。つぎに、ステップ S2608 ~ S2611 の音声信号に対する各帯域毎のフィルタリング処理において、帯域番号に対応する  $j$  をアドレスとして、ワーク RAM 30 から音声帯域指定データ  $k$  が読み出される (ステップ S2608)。そして、この音声帯域指定データ  $k$  に対応する音声信号の第  $k$  帯域のフィルタ係数  $CY, 2r\cos\theta, r^2$  がフィルタ係数 ROM 29 から読み出される (ステップ S2609)。

【0130】このように読み出されたフィルタ係数を用いて、ステップ S2606 のハイパスフィルタ処理の出力である変数  $S(n)$  の内容に対して、第 2 の実施例に関する図 19 のステップ S1909 の場合と同様に、図 6 の伝達関数  $H_{21}(z) = H_{21}(z)$  で示される第  $k$  帯域のローパスフィルタ処理が実行される (ステップ S2610)。

【0131】つぎに、音声信号の第  $k$  帯域のエンベロープを検出するためのフィルタリング処理が、第 2 の実施例に関する図 20 のステップ S1910 の場合と同様に行われる (ステップ S2611)。

【0132】その後のステップ S2612 ~ S2615 までの処理は、第 2 の実施例に関する図 20 のステップ S1910 ~ S1914 の処理と同様である。そのあとフィルタ係数 RO

22

M34 から、楽音信号の第 1 帯域に対応する、フィルタ係数  $CY, 2r\cos\theta, r^2$  が読み出される (ステップ S2616)。そしてこの係数に基づいて第 1 帯域の伝達関数  $H_{21}(z)$  で示されるローパスフィルタリング処理が、第 2 の実施例に関する図 20 のステップ S1916 の場合と同様に実行される (ステップ S2617)。

【0133】以上の動作の後に、ステップ S2620 において、レジスタ  $l = j$  の内容が  $1 \sim N$  まで変化させられながら、 $Rj(n) \times Yi(n)$  のそれぞれの乗算が、図 4 の乗算器 285 において行われ、各算結果が図 4 の加減算器 286 を用いて累算されることにより、音声信号に基づいて楽音信号に振幅変調がかけられる。

【0134】この場合特に、第  $j$  番目のエンベロープ信号  $Rj(n)$  は、図 25 のように対応付けられた第  $k$  帯域の音声信号に対応する信号であるため、この信号が第  $j$  帯域すなわち第 1 帯域の楽音信号  $Yi(n)$  に乗算される結果、図 21 で示したような楽音信号と音声信号のそれぞれの任意の帯域の組み合わせによる楽音信号の振幅変調処理が実現される。

【0135】なお、図 19、図 20 および図 26、図 27 の動作フローチャートにおいて、音声信号と楽音信号のサンプリング周波数は同一であるが、サンプリング周波数が異なる場合には、各信号を割り込み処理によりメモリに取り込み、それらの信号に対して一定間隔で処理を行うようにすれば、上述の実施例と同じ効果を容易に実現できる。この場合、各バンドパスフィルタの帯域は、それぞれ適切に設定される。

【0136】また、DSP の処理に余裕があれば、バンドパスフィルタの演算処理を、上述の実施例のようにハイパスフィルタとローパスフィルタの組み合わせの演算処理としてではなく、バンドパスフィルタの伝達関数を直接設計した結果に基づいて構成した演算処理によって実現してもよい。

【0137】さらに、以上説明した実施例において、楽音信号は、演奏者の楽器演奏による演奏情報に基づいたが、この楽音信号はこれに限らず、自動演奏曲データに基づいて生成されたものであっても差し支えない。

【0138】

【発明の効果】本発明によれば、演奏される楽器の楽音信号を、例えば歌などの音声信号によって変調する場合、楽音信号が複数の異なる周波数帯域内に帯域制限された楽音信号に分割される場合に、各周波数帯域の周波数軸上での位置が楽音の周波数特性によって制御されることにより、有効な信号成分を有する各楽音信号を各音声信号に基づいて変調することが可能となり、ボコーダとしての効果を有効に働かせることが可能となる。この結果、人の音声では普通発声不可能な音域を有する楽器音、例えばピアノやフルート、あるいはシンセベース音等を、音声信号で変調することが可能となる。

【0139】また、割当て手段における各楽音信号と各



(13)

特開平 5-2390

23

エンベロープ信号（各音声信号）とを、使用者等が任意に組み合わせることにより、各帯域の楽音信号を任意の帯域の音声信号で変調することが可能となり、発音される楽音の特性をより複雑多彩に変化させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による第 1 の実施例の全体構成図である。

【図 2】楽音信号と音声信号の BPF の周波数帯域例を示す図である。

【図 3】本発明による第 2 の実施例の全体構成図である。

【図 4】DSP の構成図である。

【図 5】DSP の機能ブロック図である。

【図 6】BPF 部とエンベロープ抽出部のフィルタ構成図である。

【図 7】ハイパスフィルタ  $H1(z)$  の構成図である。

【図 8】ハイパスフィルタ  $H1(z)$  の特性図である。

【図 9】ローパスフィルタ  $H2t(z)$  の構成図である。

【図 10】ローパスフィルタ  $H2t(z)$  の極と零点及び極ベクトルと零ベクトルの関係図である。

【図 11】ローパスフィルタ  $H2t(z)$  の振幅特性図である。ある。

【図 12】ローパスフィルタ  $H2t(z)$  の特性図である。ある。

【図 13】バンドパスフィルタ  $H1(z) \cdot H2t(z)$  の特性図である。ある。

【図 14】ローパスフィルタ  $HE(z)$  の構成図である。

【図 15】ローパスフィルタ  $HE(z)$  の特性図である。

【図 16】 $|Q|(n)$  と  $R(n)$  の関係図である。

【図 17】第 2 の実施例における CPU に関する動作フローチャートである。

【図 18】第 2 の実施例における AD 変換終了インタラプトに関するフローチャートである。

【図 19】第 2 の実施例における DSP ボコーダ処理に関する動作フローチャート（その 1）である。

【図 20】第 2 の実施例における DSP ボコーダ処理に関する動作フローチャート（その 2）である。

【図 21】第 3 の実施例における、楽音信号と音声信号のそれぞれのフィルタリングの対応図である。

【図 22】第 3 の実施例における CPU に関する動作フローチャート（その 1）である。

【図 23】第 3 の実施例における CPU に関する動作フローチャート（その 2）である。

【図 24】第 3 の実施例における A/D 変換完了インタラプトに関するフローチャートである。

【図 25】ワーク RAM の音声帯域指定データ記憶領域の記憶内容の 1 例を示す図である。

【図 26】第 3 の実施例における DSP ボコーダ処理に関する動作フローチャート（その 1）である。

24

【図 27】第 3 の実施例における DSP ボコーダ処理に関する動作フローチャート（その 2）である。

【図 28】従来例の全体構成図である。

【図 29】BPF の周波数帯域の 1 例を示す図である。

【図 30】シンセベース音と人声のそれぞれのスペクトル・エンベロープを示す図である。

【符号の説明】

- 1 機能スイッチ
- 2 機能 SW 信号
- 3 CPU
- 4 音色 ROM
- 5 楽音波形データ
- 6 エンベロープデータ
- 7 制御信号
- 8 音源
- 9 デジタル楽音信号
- 10 D/A 変換器
- 11 アナログ楽音信号
- 12 帯域別変調回路
- 13 マイク
- 14 マイクアンプ
- 15 音声信号
- 16、17 BPF
- 16' BPF 群
- 18 エンベロープ抽出回路
- 19 エンベロープ信号
- 20 VCA
- 21 ミキサー
- 22 出力楽音信号
- 23 アンプ
- 24 スピーカ
- 25 CPU
- 26 ROM
- 27 RAM
- 28 DSP
- 29 フィルタ係数 ROM
- 30 ワーク RAM
- 31 楽音発生回路
- 32 D/A 変換器
- 33 キーボード
- 34 機能スイッチ
- 35 マイクアンプ
- 36 アンプ
- 37 ローパスフィルタ
- 38 A/D 変換器
- 39 アンプ
- 40 スピーカ
- 41、42、43 バス
- 44 帯域別変調部
- 45、46 BPF 部

(14)

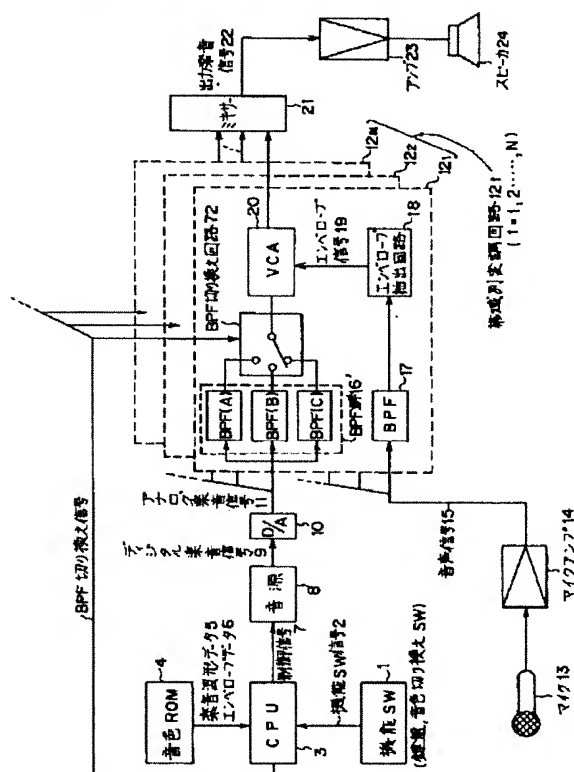
特開平5-2390

25  
47 エンベロープ抽出部  
48 乗算部  
49 累算部  
50、51、57、58、65、66 遅延素子  
52、53、54、59、60、61、67、68、6

26  
9 乗算器  
55、56、62、63、70、71 加算器  
64 絶対値回路  
72 BPF切り換え回路

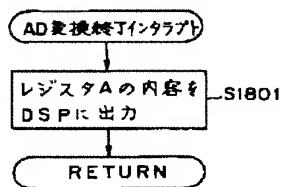
【図1】

本発明による第1の実施例の全体構成図

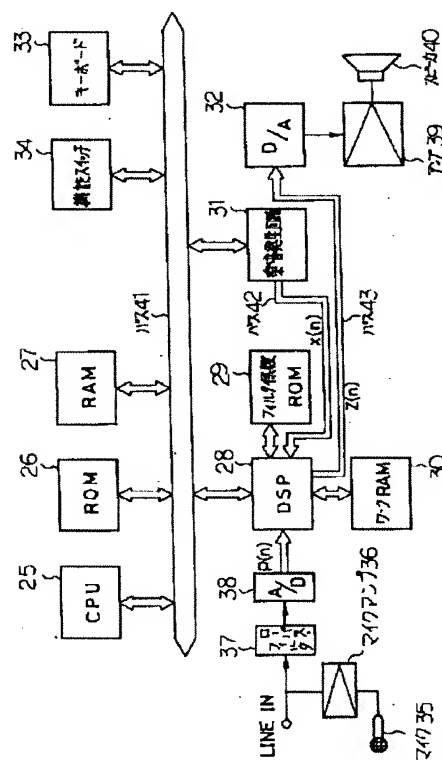


【図18】

第2の実施例におけるAD変換終了インタラプトに関するフローチャート



【図3】



本発明による第2の実施例の全体構成図

特開平5-2390

【图 5】

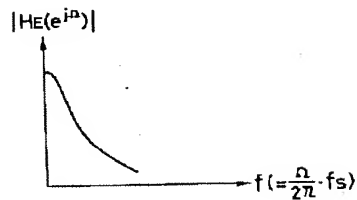
発音信号と音声信号の BPF の周波数帯域例を示す図

Figure 1 is a block diagram of a stereo signal processing system. It consists of the following components and connections:

- Input Signals:** Two input signals,  $X(n)$  (labeled '音声信号' - audio signal) and  $Y(n)$  (labeled '立体音信号' - stereo signal), enter from the bottom.
- Processing Blocks (45):** A dashed box labeled 45 contains two parallel processing paths:
  - Left Path:** The  $X(n)$  signal passes through a **BPF部** (BPF section) and then a **遅延部** (delay section) to produce  $Q(n)$ .
  - Right Path:** The  $Y(n)$  signal passes through a **BPF部** and then a **遅延部** to produce  $R(n)$ .
- Summing and Output (46):** The signals  $Q(n)$  and  $R(n)$  are combined in a block labeled 46 to produce the output  $Z(n)$ .
- Feedback and Control (47):** A dashed box labeled 47 contains:
  - Feedback Path (441):** A line from the output  $Z(n)$  is fed back through a **遅延部** (delay section) to the input of the  $X(n)$  BPF.
  - Control Path (442):** A line from the output  $Z(n)$  is fed back through a **遅延部** (delay section) to a **制御部** (control section).
  - Control Section (44):** The control section 44 receives inputs from the  $X(n)$  and  $Y(n)$  inputs and the feedback signal. It outputs control signals  $44N$  to the BPF sections and the delay sections.
- Overall System (49):** The entire system is enclosed in a box labeled 49, which is identified as the **音声処理装置** (audio processing device).

DSPの機能ブロック図

DSPの全体構成図

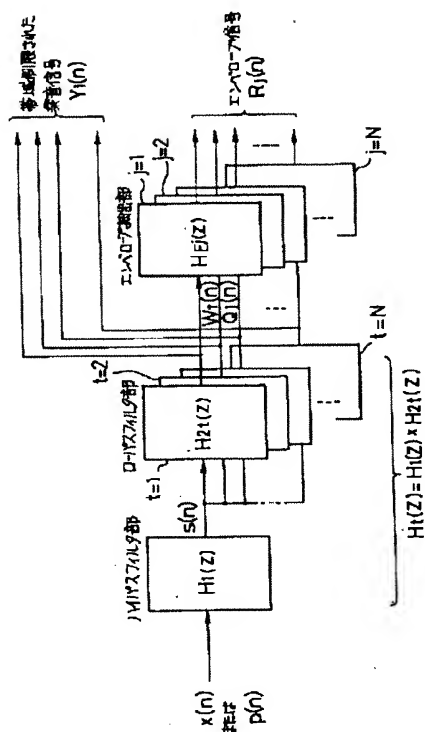


0-ハス74ルタ HE(Z) の特性図

(16)

特開平5-2390

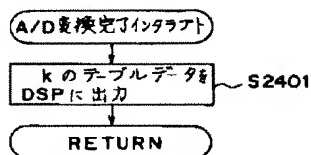
【図6】



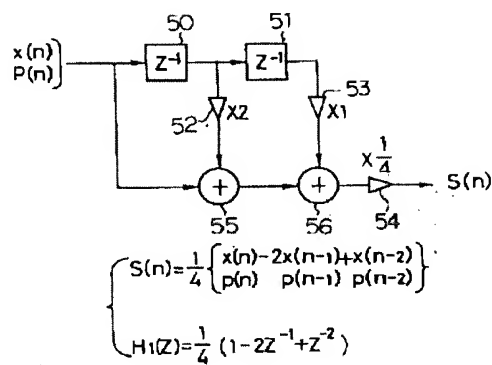
BPF部とエンベロープ抽出部のフィルタ構成図

【図24】

第3の実施例におけるA/D変換完了インタラプトに関するフローチャート

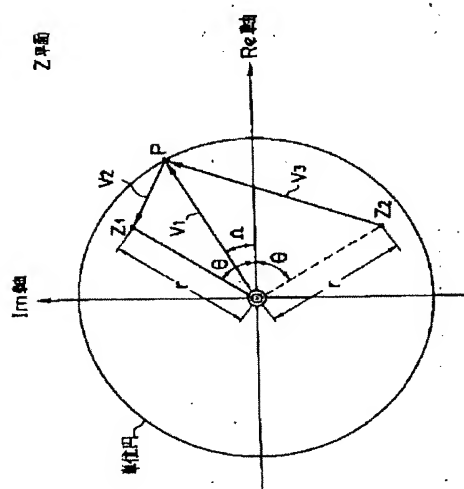


【図7】



H1(Z)の構成図

【図10】

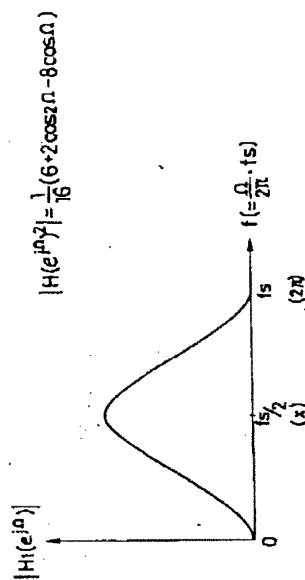


ローパスフィルタH2(Z)の極と零点および極ベクトルと零ベクトルの関係図

(17)

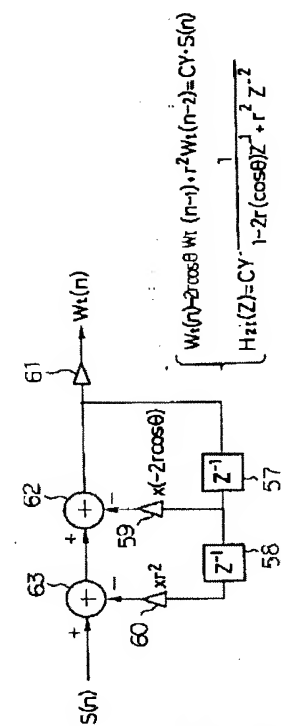
特開平5-2390

【図8】



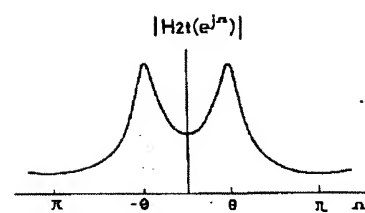
バンドパスフィルタH1(Z)の特性図

【図9】



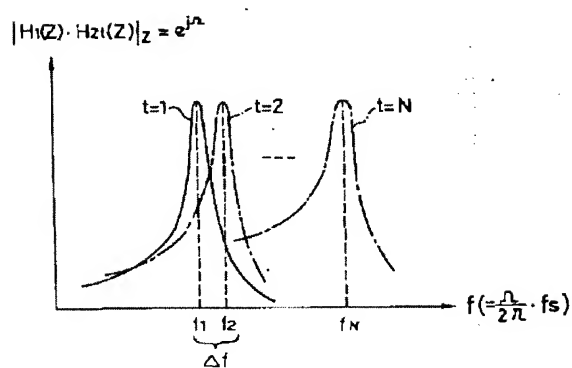
□-パスフィルタH2i(Z)の構成図

【図11】



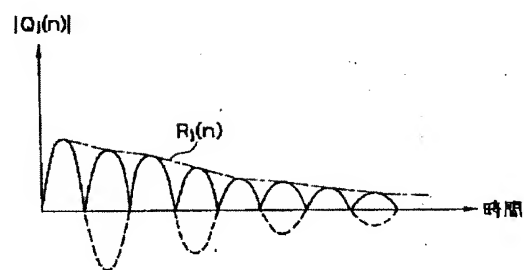
□-パスフィルタH2i(Z)の振幅特性図

【図13】



バンドパスフィルタH1(Z) \cdot H2i(Z)の特性図

【図16】

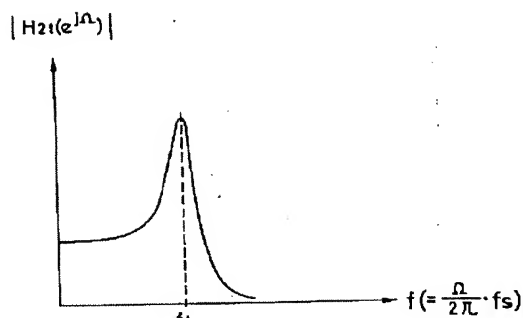


|Q1(n)|とR1(n)の関係図

(18)

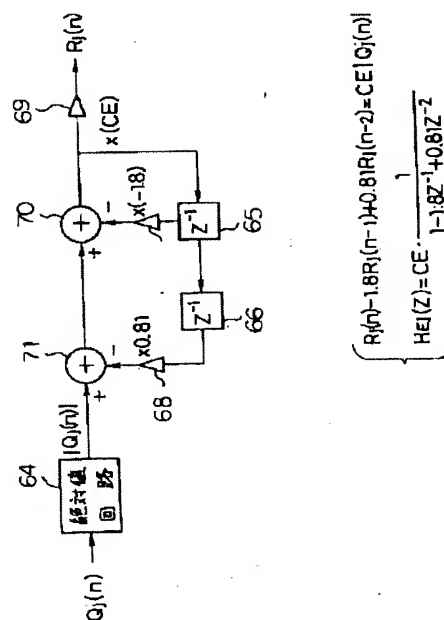
特開平5-2390

【図12】



ローパスフィルタH21(Z)の特性図

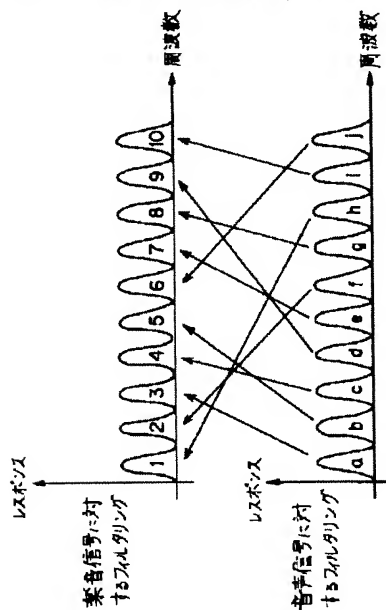
【図14】



ローパスフィルタ H2(Z)の構成図

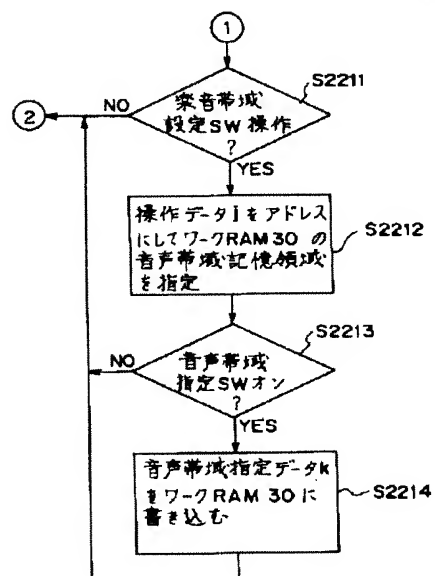
【図21】

第3の実施例における楽音信号と音声信号のそれぞれのフィルタリングの対応図



【図23】

第3の実施例におけるCPUに関する動作フローチャート  
(その2)

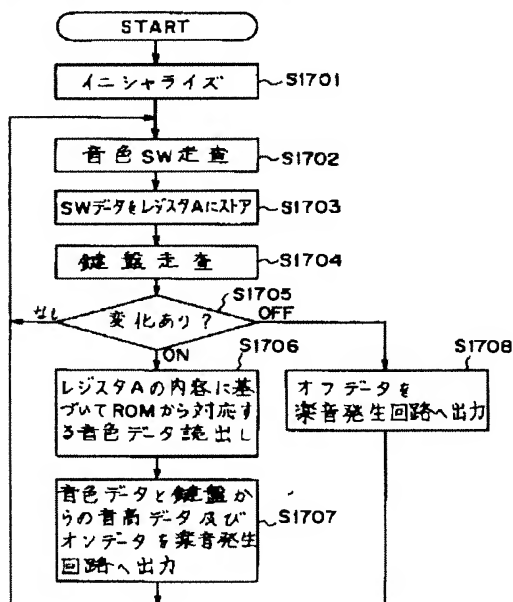


(19)

特開平5-2390

【図17】

第2の実施例におけるCPUに関する動作フローチャート



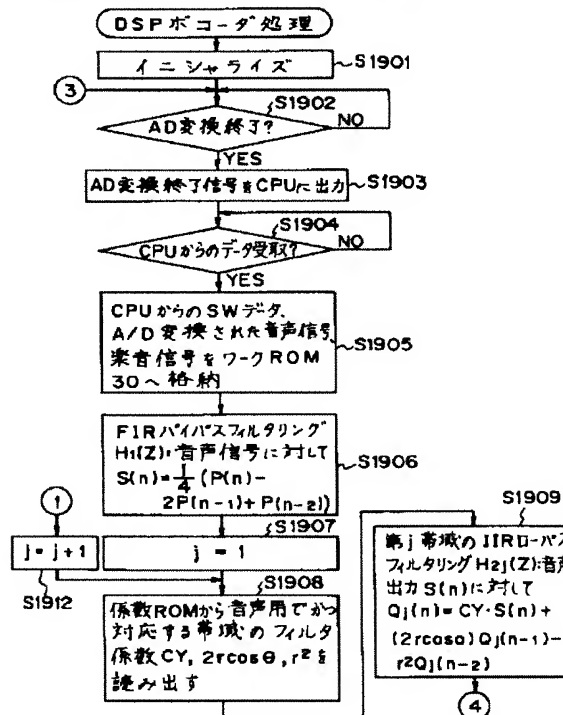
【図25】

ワークRAMの音声帯域指定データ記憶領域の記憶内容の1例を示す図

j	k
1	h
2	f
3	a
4	c
5	b
⋮	⋮
⋮	⋮

【図19】

第2の実施例におけるDSPボコーダ処理に関する動作フローチャート (その1)



【図29】

BPFの周波数帯域の一例を示す図

BPFの帯域 (Hz)

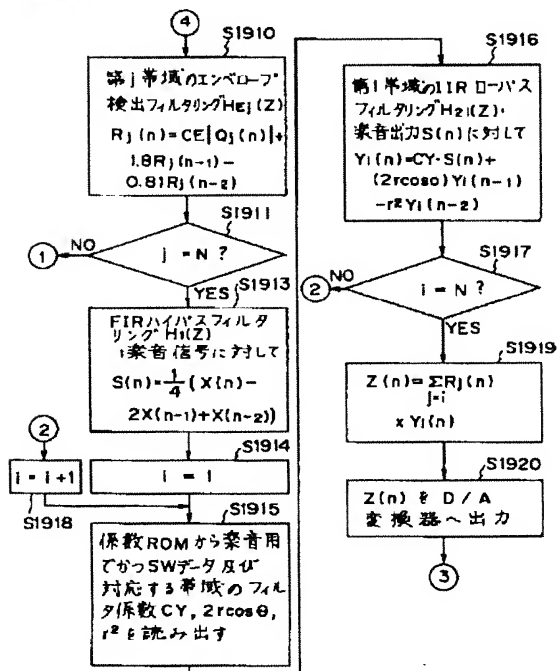
- |   |             |
|---|-------------|
| ① | 130 ~ 200   |
| ② | 200 ~ 300   |
| ③ | 300 ~ 450   |
| ④ | 450 ~ 650   |
| ⑤ | 650 ~ 1000  |
| ⑥ | 1000 ~ 1300 |
| ⑦ | 1300 ~ 2000 |
| ⑧ | 2000 ~ 3000 |
| ⑨ | 3000 ~ 4500 |
| ⑩ | 4500 ~ 7000 |

(20)

特開平5-2390

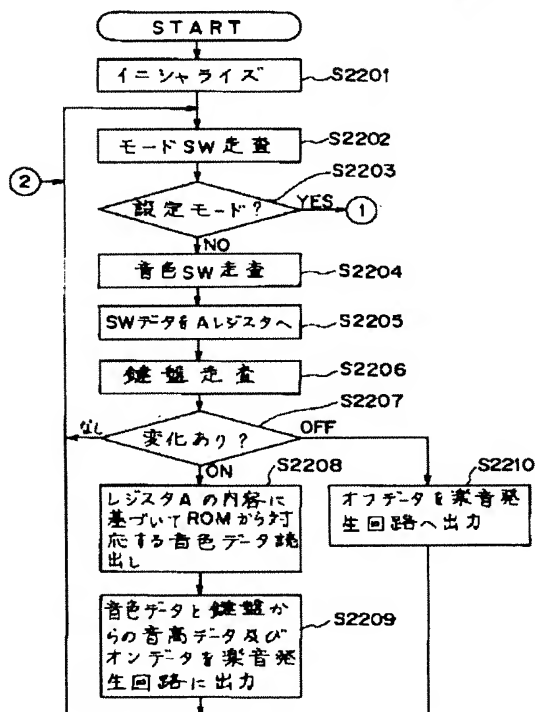
【図20】

第2の実施例におけるDSPホータ処理に関する動作フローチャート(その2)

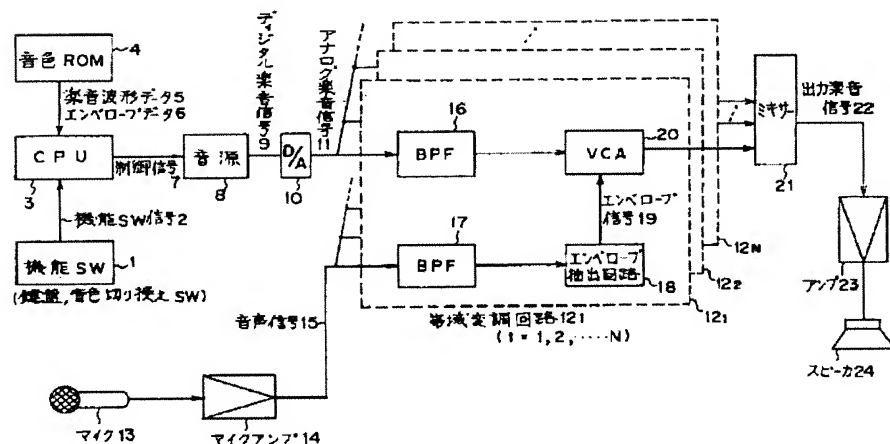


【図22】

第3の実施例におけるCPUに関する動作フローチャート(その1)



【図28】



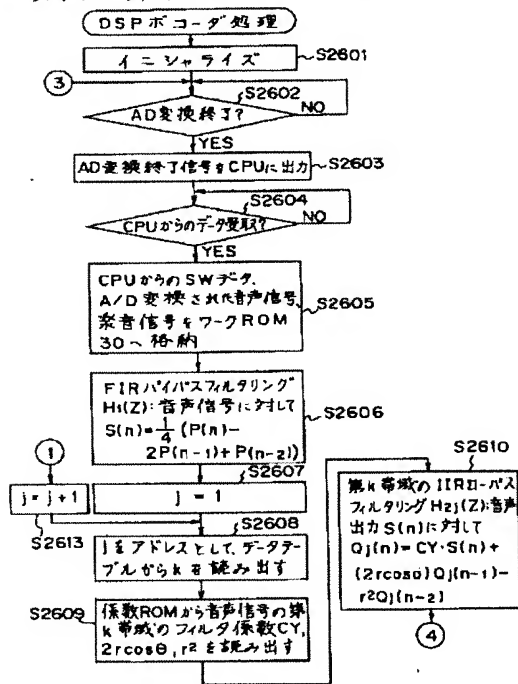


(21)

特開平 5-2390

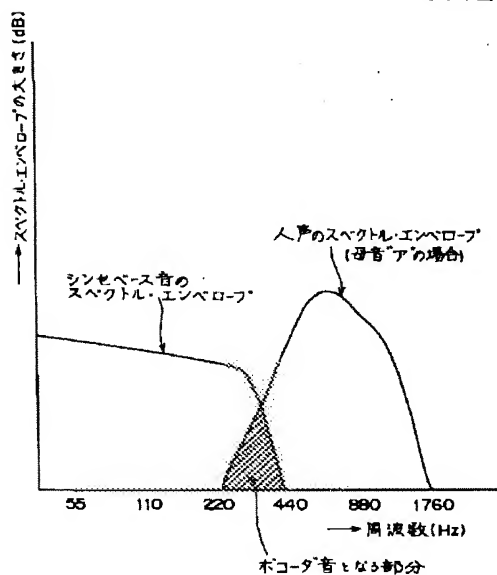
【図 26】

第3の実施例におけるDSPボコーダ処理に関する動作フローチャート(その1)



【図 30】

シンセベース音と人声のそれぞれのスペクトル・エンベロープを示す図



【図 27】

第3の実施例におけるDSPボコーダ処理に関する動作フローチャート(その2)

